

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2005 年 10 月 6 日 (06.10.2005)

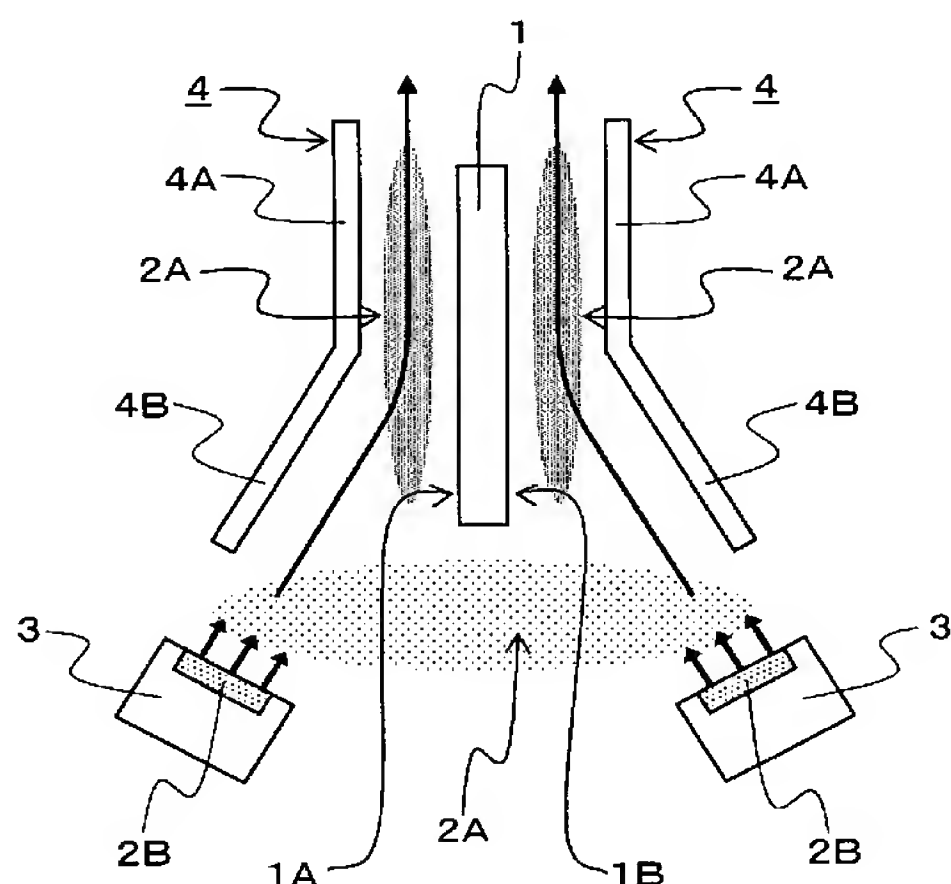
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2005/093123 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: C23C 14/34 (74) 代理人: 秋田 収喜 (AKITA, Shuki); 〒1140013 東京都北区東田端 1 丁目 1 3 番 9 号 ツインビル田端 B 2 階 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/004356
- (22) 国際出願日: 2004 年 3 月 26 日 (26.03.2004) (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東北精機工業株式会社 (TOHOKU SEIKI INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒9902251 山形県山形市立谷川三丁目 1 2 4 6 Yamagata (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 楠 正暢 (KUSUNOKI, Masanobu) [JP/JP]; 〒6496241 和歌山県那賀郡岩出町波分 2 0 3 - 1 グリーンヒル 3 - 3 0 6 Wakayama (JP). 原田 啓太郎 (HARADA, Keitaro) [JP/JP]; 〒9902251 山形県山形市立谷川三丁目 1 2 4 6 東北精機工業株式会社内 Yamagata (JP). 横尾 政好 (YOKOO, Masayoshi) [JP/JP]; 〒9902251 山形県山形市立谷川三丁目 1 2 4 6 東北精機工業株式会社内 Yamagata (JP). 高野 祥暢 (TAKANO, Yoshinobu) [JP/JP]; 〒9902251 山形県山形市立谷川三丁目 1 2 4 6 東北精機工業株式会社内 Yamagata (JP).
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: PROCESS FOR FORMING THIN FILM AND SYSTEM FOR FORMING THIN FILM

(54) 発明の名称: 薄膜形成方法および薄膜形成装置



(57) Abstract: A system for forming a thin film comprising a target composed of a thin film material, a cathode for producing a particulate thin film material from the target, a member for supporting a substrate on which the particulate thin film material is to be deposited, a heater for heating the substrate, and guides for introducing the particulate thin film material onto the surface of the substrate where the thin film material is deposited. The supporting member supports the substrate to expose the first major surface and the rear surface (second major surface) of the substrate, the target is disposed in a position for producing the particulate thin film material in the extending direction of the first major surface of the substrate, and the guides are respectively disposed above the first and second major surfaces of the substrate.



---

(57) 要約:

薄膜材料からなるターゲットと、前記ターゲットから微粒子状の薄膜材料を生成するカソードと、前記微粒子状の薄膜材料を堆積させる基板を支持する支持部材と、前記基板を加熱するヒーターと、前記微粒子状の薄膜材料を、前記基板の前記薄膜材料を堆積させる面上に導くガイドを備える薄膜形成装置であって、前記支持部材は、前記基板の第1主面およびその裏面（第2主面）が露出するように前記基板を支持し、前記ターゲットは、前記基板の第1主面の延長線上に前記微粒子状の薄膜材料が生成する位置に配置され、前記ガイドは、前記基板の第1主面上および第2主面上に配置されている。

## 明 細 書

## 薄膜形成方法および薄膜形成装置

## 技術分野

本発明は、薄膜形成方法および薄膜形成装置に関し、特に、酸化物超  
5 伝導体からなる薄膜の形成方法に適用して有効な技術に関するものである。

## 背景技術

従来、誘電体やシリコンなどの基板上に薄膜を形成する方法には、例  
10 えば、前記薄膜の材料（以下、薄膜材料と称する）を微粒子状にし、前  
記微粒子状の薄膜材料を前記基板上に堆積させて形成する方法がある。  
前記薄膜の形成方法には、例えば、前記薄膜材料を微粒子状にする方法  
や堆積させる方法などの違いにより、スパッタリング法、CVD（Chemical  
Vapor Deposition）法、MBE（Molecular Beam Epitaxy）法、レーザーア  
15 ブレーション法、蒸着法等がある。

また、前記スパッタリング法等で薄膜を形成するときに用いる薄膜形  
成装置は、一般に、前記薄膜を形成する基板と、前記微粒子状の薄膜材  
料を生成させるためのターゲットの位置関係により、平行平板型、対向  
型と呼ばれる装置に分けられる。

20 前記平行平板型の薄膜形成装置は、例えば、図 1 3 に示すように、前  
記基板 1 の第 1 主面 1 A と前記ターゲット 2 B が平行になるように配置  
されている。このとき、前記ターゲット 2 B は、カソード 3 に取り付け  
られており、前記カソード 3 に電力を供給して、前記ターゲット 2 B か  
ら、前記ターゲット 2 B と前記基板 1 の間に前記微粒子状の薄膜材料 2  
25 A を飛び出させる。そして、例えば、前記ターゲット 2 B と前記基板 1

の間に電界を印加しておき、前記微粒子状の薄膜材料 2 A を加速させて前記基板 1 の方向へ導き、前記基板 1 の第 1 主面 1 A に前記微粒子状の薄膜材料 2 A を堆積させ、前記薄膜 2 を形成する。またこのとき、前記基板 1 は、図 1 3 に示したように、ヒートステージ 1 3 に固定しておき、  
5 前記基板 1 の第 1 主面 1 A の裏面（以下、第 2 主面と称する）1 B 側から加熱する。

前記平行平板型の薄膜形成装置の場合、加速して高エネルギー状態にある前記微粒子状の薄膜材料 2 A が、前記基板の薄膜形成面に対して垂直に近い角度で衝突する。そのため、前記薄膜 2 の成膜速度が速く、生産効率が  
10 高い一方で、前記基板 1 に堆積した薄膜 2 の表面へのダメージが大きいという問題がある。前記薄膜 2 の表面へのダメージを小さくするには、例えば、前記微粒子状の薄膜材料 2 A の加速度を小さくする方法がある。しかしながら、前記微粒子状の薄膜材料 2 A の加速度を小さくすると、前記薄膜 2 の成膜速度が低下し、生産効率が低下する。そこで、近年では、前記平行平板型の薄膜形成装置に代わる薄膜形成装置として、例えば、対向型の薄膜形成装置が提案されている。  
15

前記対向型の薄膜形成装置は、例えば、図 1 4 に示すように、前記基板 1 の第 1 主面 1 A の面内方向と平行な方向の延長線上に、2 個のターゲット 2 B が対向するように配置されている。このときも、前記各ターゲット 2 B はカソード 3 に取り付けられており、前記カソード 3 に電力を供給し、前記ターゲット 2 B から前記微粒子状の薄膜材料 2 A を飛び出させる。前記各ターゲット 2 B から飛び出した微粒子状の薄膜材料 2 A は、対向する前記 2 個のターゲット 2 B の間に集まるので、前記 2 個のターゲット 2 B の間に電界を印加しておき、前記微粒子状の薄膜材料  
20 2 A を加速させて前記基板 1 の第 1 主面 1 A 上に導くと、前記基板 1 の第 1 主面 1 A 上に前記微粒子状の薄膜材料 2 A が堆積して前記薄膜 2 が形成される。  
25

前記対向型の薄膜形成装置の場合、前記微粒子状の薄膜材料 2 A が前記基板 1 の第 1 主面 1 A に衝突するときの入射角が、0 度から 45 度程度と小さいので、前記微粒子状の薄膜材料 2 A が前記基板 1 の第 1 主面 1 A に衝突したときに前記基板 1 の第 1 主面 1 A に堆積した薄膜 2 が受けるダメージは小さい。そのため、前記微粒子状の薄膜材料 2 A を高エネルギー状態で前記基板 1 の第 1 主面 1 A 上に導き、堆積させることができ、生産効率を低下させることなく、表面のダメージが少ない薄膜 2 を形成することができる。

なお、その他の方法、例えば、前記 CVD 法や MBE 法、レーザーアブレーション法、その他の成膜方法の場合も、前記スパッタリング法と同じような原理および装置で薄膜を形成するので、詳細な説明は省略する。

前記平行平板型や前記対向型の薄膜形成装置は、例えば、GPS (Global Positioning Systems) 用アレイアンテナ、マイクロ波集積回路等のマイクロ波デバイスを製造するときに用いられる。前記マイクロ波デバイスは、例えば、図 15 および図 16 に示すように、基板 1 の第 1 主面 1 A に回路パターン 2 C が設けられ、前記基板 1 の第 2 主面 1 B には、グランドプレーン (ground plane) 2 D が設けられている。ここで、図 16 は図 15 の D-D' 線での断面図である。

前記マイクロ波デバイスは、例えば、図 17 に示したように、前記回路パターン 2 C と前記グランドプレーン 2 D の間で生じる漏れ電界にともなって生じる磁場の変化を利用して動作させる。このとき、前記回路パターン 2 C および前記グランドプレーン 2 D が酸化膜超伝導体であると、例えば、通常の導体に比べて表面抵抗が小さく、より高い動作特性を得ることができる。そのため、近年、前記酸化物超伝導体を用いた種々のマイクロ波デバイスが注目されている (例えば、S.Ohshima, "High-temperature superconducting passive microwave devices, filters and antennas", Supercond. Sci. Technol., 13, 2000, p.103-108



を参照。))。

前記酸化物超伝導体を用いたマイクロ波デバイスでは、例えば、前記基板 1 には酸化マグネシウム ( $MgO$ ) やサファイア ( $Al_2O_3$ ) 等の誘電体基板が用いられ、前記回路パターン 2 C および前記グランドプレーン 2 D には YBCO や BSCCO 等の酸化物超伝導体が用いられる。

前記酸化物超伝導体を用いたマイクロ波デバイスを製造するときには、まず、図 1 8 に示すように、前記誘電体基板 1 の第 1 主面 1 A および第 2 主面 1 B のそれぞれに、前記酸化物超伝導体の薄膜 2 C', 2 D を形成する。前記薄膜 2 C', 2 D の形成には、前記平行平板型や前記対向型の薄膜形成装置を用いる。このとき、前記ターゲット 2 B は、例えば、酸化物超伝導体の 1 種である YBCO の形成に用いる  $YBa_2Cu_3O_x$ 、 $Y_2O_3$ 、 $BaO$ 、 $CuO$  等の材料からなるとする。またこのとき、前記誘電体基板 1 は、例えば、約 800 °C に加熱しておく。

また、前記薄膜 2 C', 2 D を形成するときには、例えば、前記誘電体基板 1 の第 1 主面 1 A 上の薄膜 2 C' を形成した後、前記誘電体基板 1 を裏返して、前記誘電体基板 1 の第 2 主面 1 B 上の薄膜 2 D を形成する。このとき、前記誘電体基板 1 の第 1 主面 1 A および前記第 2 主面 1 B 上の各薄膜 2 C' 2 D は、例えば、同一の膜質および膜厚になるように、前記ターゲット 2 B の組成や形成時の装置内の条件を一定にして形成する。

次に、図 1 9 に示すように、一方の薄膜、例えば、前記誘電体基板 1 の第 1 主面 1 A の薄膜 2 C' 上に、前記回路パターン 2 C に合わせたエッチングレジスト 1 2 を形成する。このとき、図示は省略するが、例えば、前記エッチングレジスト 1 2 を形成した面の裏面、すなわち前記基板 1 の第 2 主面 1 B の薄膜 2 D 上にもレジストを形成しておく。その後、前記エッチングレジスト 1 2 を形成した面の薄膜 2 C' をエッチングして不要な部分を除去し、図 1 5 に示したような、前記回路パターン 2 C

を形成する。

しかしながら、前記従来の技術では、前記基板 1 の両面に薄膜 2 を形成するときには、片面ずつ形成しなければならない。そのため、例えば、前記基板 1 の第 1 主面 1 A に薄膜 2 を形成した後、前記基板 1 を裏返して前記基板 1 の第 2 主面 1 B に薄膜 2 を形成している間に、前記基板 1 の第 1 主面 1 A に形成した薄膜 2 の膜質が変化してしまうことがある。特に、前記マイクロ波デバイスのように、前記酸化物超伝導体の薄膜 2 C', 2 D を形成するときには、計時変化による膜質の劣化が起こりやすいという問題があった。

10      また、同じ薄膜形成装置を用いて、同じ条件で薄膜を形成しても、前記ターゲット 2 B の状態や、加熱時の温度ムラ等により、1 度目に形成した薄膜 2 と 2 度目に形成した薄膜 2 の膜質に違いが生じやすい。そのため、従来の薄膜形成方法では、前記基板 1 の第 1 主面 1 A の薄膜と第 2 主面 1 B の薄膜の膜質を均一化することが難しいという問題があった。

15      特に、前記デバイスを製造するときに用いる前記酸化物超伝導体は、化学的安定性が乏しい。そのため、前記基板 1 の両面に前記酸化物超伝導体の薄膜 2 C', 2 D を形成するときに、片面ずつ形成していると、前記誘電体基板 1 の第 1 主面 1 A に形成した薄膜 2 C' および前記第 2 主面 1 B に形成した薄膜 2 D の膜質の劣化や、均一性の低下が起こりやすい。そのため、例えば、前記回路パターン 2 C の電気的特性と前記グラ  
20      ンドプレーン 2 D の電気的特性に違いが生じ、前記デバイスの動作が不安定になるという問題があった。

また、前記マイクロ波デバイス等の製造に用いる前記基板 1 は、近年、大型化が進んでいる。そのため、前記基板 1 の第 1 主面 1 A および第 2  
25      主面 1 B の両面に薄膜を形成するときに、片面ずつ形成していると、膜質の劣化や不均一性が著しくなる。また、その他にも、例えば、前記薄膜の形成に要する時間およびエネルギー消費量が増加するという問題が

あった。

また、前記薄膜の形成に要する時間が長くなると、前記薄膜の生産効率が低下し、製造コストが上昇するという問題があった。

したがって、本発明は、基板の両面に微粒子状の酸化物超伝導体等の薄膜を形成する薄膜形成方法において、各面の薄膜の膜質の劣化やばらつきを低減することが可能な技術を提供することを目的としている。

また、本発明は、基板の両面に酸化物超伝導体等の薄膜を形成する薄膜形成方法において、製造コストを低減することを目的としている。

## 10 発明の開示

本発明は、微粒子状の薄膜材料を生成し、前記生成した微粒子状の薄膜材料を基板の主面上に導き、前記基板に堆積させて薄膜を形成する薄膜形成方法であって、前記基板は、第1主面およびその裏面（以下、第2主面と称する）が露出するように支持し、前記微粒子状の薄膜材料を、前記基板の第1主面の面内方向の延長線上で生成し、前記生成した微粒子状の薄膜材料を、前記基板の第1主面上および第2主面上に導く。このようにすることで、前記基板の第1主面および第2主面の両面に、同時に薄膜を形成することができる。そのため、計時変化による膜質の劣化や、ターゲットの状態あるいは温度ムラなどによる膜質のばらつきを低減でき、前記基板の両面に形成した薄膜の膜質の均一化が容易である。

また、前記基板の第1主面および第2主面の両面に、同時に薄膜を形成できるので、前記薄膜を形成に要する時間やエネルギー消費量を低減することができる。そのため、生産効率が向上し、製造コストを低減することができる。

また、前記微粒子状の薄膜材料を、前記基板の第1主面上および第2主面上に近づくにつれて、収斂して密度が高くなるように導くことで、前記薄膜の成膜速度を大きくすることができる。そのため、前記薄膜の



生産効率がより向上する。

またこのとき、前記基板を、前記第 1 主面の法線方向を回転軸として  
回転させながら前記薄膜材料を堆積させることにより、前記微粒子状の  
薄膜材料の密度分布にムラがある場合でも、前記薄膜の膜厚の均一化が  
5 容易となる。

またこのとき、前記基板の第 1 主面上および前記第 2 主面上にヒータ  
ーを配置して前記基板を加熱することで、前記基板の温度ムラを低減す  
ることができる。そのため、前記薄膜の膜質のばらつきを低減すること  
ができる。

10 また、このような薄膜形成方法は、例えば、YBCO や BSCCO 等の、化学  
的安定性に乏しい酸化物超伝導体の薄膜を形成するとき用いるのが好ま  
しい。前記酸化物超伝導体は、計時変化などにより、膜質の劣化やばら  
つきが起こりやすい。そのため本発明の薄膜形成方法を用いることで、  
薄膜の形成に要する時間を短縮でき、膜質の劣化やばらつきを低減する  
15 ことができる。

また、本発明は、薄膜材料からなるターゲットと、前記ターゲットか  
ら微粒子状の薄膜材料を発生させるカソードと、前記微粒子状の薄膜材  
料を堆積させる基板を支持する支持部材と、前記基板を加熱するヒータ  
ーと、前記微粒子状の薄膜材料を、前記基板の前記薄膜材料を堆積させ  
20 る面上に導くガイドを備える薄膜形成装置であって、前記支持部材は、  
前記基板の第 1 主面およびその裏面（以下、第 2 主面と称する）が露出  
するように前記基板を支持し、前記ターゲットは、前記基板の第 1 主面  
の面内方向の延長線上に前記微粒子状の薄膜材料が生成する位置に配置  
され、前記ガイドは、前記基板の第 1 主面上および第 2 主面上に配置さ  
25 れている薄膜形成装置である。そのため、前記基板の第 1 主面および第  
2 主面の両面に、同時に薄膜を形成することができ、膜質の劣化を低減  
できるとともに、前記基板の各面に形成した薄膜の膜質の均一化が容易

である。

また、前記基板の両面に、同時に薄膜を形成できるので、前記薄膜を形成に要する時間やエネルギー消費量を低減することができる。そのため、生産効率を向上させ、製造コストを低減することができる。

5      また、前記ガイドを配置することにより、前記基板の第1の表面と平行な方向の延長線上にある微粒子状の薄膜材料を前記基板上に導く際に、前記薄膜材料が発散するのを防ぐことができる。そのため、従来の対向型の薄膜形成装置に比べて、微粒子状の薄膜材料が前記基板に堆積しやすく、薄膜の形成効率が向上する。

10      また、このような薄膜形成装置において、前記ガイドは、前記基板の第1主面あるいは第2主面と平行な平行部、および前記基板から前記ターゲットに向かうにつれて、前記基板からの距離が遠くなる傾斜部からなることが好ましい。このとき、前記微粒子状の薄膜材料は、前記傾斜部に沿って前記基板の第1主面あるいは第2主面上に導かれる。そのため、前記微粒子状の薄膜導体を、収斂させて密度を高くさせながら前記  
15      基板の第1主面上および第2主面上に導くことができる。

またこのとき、前記支持部材は、前記基板を回転させる回転機構を備えることが好ましい。前記ガイドによって、前記微粒子状の薄膜導体を収斂させ、密度を高くさせながら導いた場合でも、前記ガイドの平行部  
20      と傾斜部では、前記微粒子状の薄膜導体の密度にばらつきがある。そのため、前記回転機構により前記基板を回転させることにより、前記微粒子状の薄膜導体の密度のばらつきの影響を少なくすることができ、形成する薄膜の膜厚の均一化が容易になる。

またこのとき、前記ヒーターは、例えば、前記各ガイドの前記基板と  
25      向かい合う面に設けることで、前記基板の加熱ムラを低減することができる。

また、前記ターゲットは、生成させた微粒子状の薄膜材料が、あらか

じめ定められた角度で前記基板の第 1 主面および第 2 主面に入射するように配置するのが好ましい。このとき、前記微粒子状の薄膜材料が前記基板の第 1 主面および第 2 主面に入射（衝突）するときの入射角が大きすぎると、形成した薄膜の表面へのダメージが大きく、表面が粗くなる。

5 また、前記入射角が小さすぎると、前記基板の第 1 主面および第 2 主面に入射（衝突）したときに、はじかれやすくなり前記薄膜の成膜速度が低下する。そのため、前記ターゲットは、前記微粒子状の薄膜材料の入射角度が、例えば、3 度から 4 5 度になるように配置するのが好ましい。

10 またこのとき、前記ターゲットを複数個に分割すれば、前記微粒子状の薄膜材料を生成するときの効率が向上し、低消費電力化することができる。

また、前記薄膜形成方法および前記薄膜形成装置は、前記基板および前記薄膜形成用材料の種類を問わず、種々の薄膜形成に適用ことができるが、特に、YBCO や BSCCO 等の化学的安定性の乏しい酸化物超伝導体の  
15 薄膜を形成するときに適用することが好ましい。このとき、前記ターゲットは、酸化物超伝導体の形成に用いる材料で構成する。前記酸化物超伝導体は、化学的安定性に乏しいので、前記基板の第 1 主面および第 2 主面の両面に、同時に薄膜を形成することで、計時変化による膜質の変化（劣化）やばらつきを低減することができる。そのため、例えば、前  
20 記マイクロ波デバイス等のデバイスを製造するときに、本発明の薄膜形成方法および薄膜形成装置を適用して YBCO や BSCCO 等の酸化物超伝導体薄膜を製造することで、前記デバイスの動作特性のばらつき等を低減することができる。

## 25 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明による一実施の形態の薄膜形成方法の原理を説明するための模式図である。

図 2 は、本発明による一実施の形態の薄膜形成方法の原理を説明するための模式図である。

図 3 は、本実施の形態の薄膜形成方法を実現する薄膜形成装置の概略構成を示す模式図であり、装置の構成を示す正面図である。

5 図 4 は、本実施の形態の薄膜形成方法を実現する薄膜形成装置の概略構成を示す模式図であり、図 3 の A - A' 線で見た左側面図である。

図 5 は、本実施の形態の薄膜形成方法を実現する薄膜形成装置の概略構成を示す模式図であり、基板ホルダの構成を示す平面図である。

10 図 6 は、本実施の形態の薄膜形成方法を実現する薄膜形成装置の概略構成を示す模式図であり、図 5 の B - B' 線での断面図である。

図 7 は、本実施の形態の薄膜形成方法を実現する薄膜形成装置の概略構成を示す模式図であり、ヒーターの構成を示す平面図である。

図 8 は、本実施の形態の薄膜形成方法の適用例を説明するための模式図であり、マイクロ波デバイスの構成の一例を示す平面図である。

15 図 9 は、本実施の形態の薄膜形成方法の適用例を説明するための模式図であり、図 8 の C - C' での断面図である。

図 10 は、本実施の形態の薄膜形成方法の適用例を説明するための模式図であり、マイクロ波デバイスの動作を説明するための図である。

20 図 11 は、本実施の形態の薄膜形成方法の適用例を説明するための模式図であり、マイクロ波デバイスの製造方法を説明するための断面図である。

図 12 は、本実施の形態の薄膜形成方法の適用例を説明するための模式図であり、マイクロ波デバイスの製造方法を説明するための断面図である。

25 図 13 は、従来の薄膜形成方法を説明するための模式図であり、平行平板型の装置を用いた形成方法を示す図である。

図 14 は、従来の薄膜形成方法を説明するための模式図であり、対向

型の装置を用いた形成方法を示す図である。

図 1 5 は、従来の薄膜形成方法の適用例を説明するための模式図であり、マイクロ波デバイスの構成の一例を示す平面図である。

図 1 6 は、従来の薄膜形成方法の適用例を説明するための模式図であり、図 1 5 の D - D ' での断面図である。

図 1 7 は、従来の薄膜形成方法の適用例を説明するための模式図であり、マイクロ波デバイスの動作を説明するための図である。

図 1 8 は、従来の薄膜形成方法の適用例を説明するための模式図であり、マイクロ波デバイスの製造方法を説明するための断面図である。

図 1 9 は、従来の薄膜形成方法の適用例を説明するための模式図であり、マイクロ波デバイスの製造方法を説明するための断面図である。

#### 発明を実施するための最良の形態

本発明をより詳細に説述するために、添付の図面に従ってこれを説明する。

なお、実施の形態を説明するための全図において、同一機能を有するものは、同一符号を付け、その繰り返しの説明は省略する。

本発明の薄膜形成方法では、基板の表面および裏面が露出するように前記基板を支持し、前記基板の表面（または裏面）の延長線上で生成した微粒子状の材料を前記基板側に導いて前記基板の表面および裏面に堆積させることで、前記表面および裏面の両面に同時に薄膜を形成する。

#### （実施の形態）

図 1 および図 2 は、本発明による一実施の形態の薄膜形成方法の原理を説明するための模式図である。

図 1 および図 2 において、1 は基板、1 A は基板の第 1 主面、1 B は基板の第 2 主面、2 A は微粒子状の薄膜材料、2 B はターゲット、3 はカソード、4 はガイド、4 A はガイドの平行部、4 B はガイドの傾斜部



である。また、図 2 において、 $\theta$  は微粒子状の薄膜材料の入射角である。

本実施の形態の薄膜形成方法は、例えば、スパッタリング法を用いた形成方法であり、図 1 に示すように、基板 1 の薄膜を形成する第 1 主面 1 A およびその裏面（第 2 主面） 1 B の面内方向と平行な方向の延長線上で、微粒子状の薄膜材料 2 A を生成する。このとき、前記微粒子状の薄膜材料 2 A は、例えば、図 1 に示すように、カソード 3 に取り付け  
5 ターゲット 2 B から生成する。またこのとき、前記ターゲット 2 B を取り付け  
たカソード 3 は、図 1 および図 2 に示すように、前記ターゲット 2 B から生成した前記微粒子状の薄膜材料 2 A が、角度  $\theta$  で前記基板 1  
10 の第 1 主面 1 A あるいは第 2 主面 1 B に入射（衝突）するように配置する。前記角度  $\theta$  は、例えば、3 度から 45 度にする。

このとき、前記基板 1 を、前記第 1 主面 1 A および第 2 主面 1 B の端部で支持して、前記第 1 主面 1 A および第 2 主面 1 B が露出した状態にしておき、前記微粒子状の薄膜材料 2 A を前記基板 1 の第 1 主面 1 A 上  
15 および第 2 主面 1 B 上に導けば、前記基板 1 の第 1 主面 1 A および第 2 主面 1 B に、同時に薄膜を形成することができる。

またこのとき、図 1 および図 2 に示したように、前記基板 1 の第 1 主面 1 A 上および第 2 主面 1 B 上に、前記各主面 1 A, 1 B と平行な平行部 4 A および前記基板 1 から前記ターゲット 2 B に向かうにつれて前記  
20 基板 1 からの距離が遠くなる傾斜部 4 B を有するガイド 4 を設けておけば、前記微粒子状の薄膜材料 2 A を前記基板 1 の各主面 1 A, 1 B に導く過程で、前記微粒子状の薄膜材料 2 A を収斂させて密度を高くすることができる。そのため、薄膜の成膜速度が高くなり、生産効率を向上させることができる。

25 このとき、前記ガイド 4 の平行部 4 A と傾斜部 4 B の境界が、図 1 に示したように、前記基板 1 上にある場合、前記平行部 4 A で挟まれた部分の薄膜材料 2 A の密度と、前記傾斜部 4 B で挟まれた部分の薄膜材料

2 Aの密度が異なるため、膜厚にばらつきが生じる。そのため、前記ガイド 4 の平行部 4 A と傾斜部 4 B の境界が前記基板 1 上にある場合には、例えば、前記基板 1 を回転させながら前記薄膜材料 2 A を堆積させるのが好ましい。

- 5       また、前記薄膜を形成する場合、一般に、前記基板 1 を加熱する必要がある。そのため、例えば、前記ガイド 4 の前記基板 1 と向かい合った面にヒーター（図示しない）を設け、前記基板 1 を加熱する。このときも、前記ガイド 4 の平行部 4 A と傾斜部 4 B の境界が、図 1 に示したように、前記基板 1 上にある場合、前記平行部 4 A で挟まれた部分の温度  
10       と、前記傾斜部 4 B で挟まれた部分の温度に差が生じ、膜質が不均一になる。そのため、前記ガイド 4 の平行部 4 A と傾斜部 4 B の境界が前記基板 1 上にある場合には、例えば、前記基板 1 を回転させながら前記薄膜材料 2 A を堆積させるのが好ましい。

- 以上説明したように、前記基板 1 を、例えば、第 1 主面 1 A および第  
15       2 主面 1 B が露出するように支持しておき、前記基板 1 の第 1 主面の面内方向の延長線上で発生させた前記微粒子状の薄膜材料 2 C を、加速させながら前記基板 1 側に導くことで、前記微粒子状の薄膜材料 2 C は、前記基板 1 の第 1 主面 1 A 上および前記第 2 主面 1 B 上の両方に導かれる。そのため、前記基板 1 の第 1 主面 1 A および第 2 主面 1 B のそれぞれに、同時に薄膜を形成することができる。また、前記基板 1 の第 1 主  
20       面 1 A および第 2 主面 1 B のそれぞれに、同時に薄膜を形成することができるので、前記基板 1 の第 1 主面 1 A および第 2 主面 1 B に形成した両薄膜の膜質の均一化が容易である。

- また、前記ガイド 4 を設けて、前記基板 1 の第 1 主面 1 A 上および第  
25       2 主面 1 B 上での前記薄膜材料 2 A の密度を高くすることで、成膜速度の低下を防ぐことができる。また、前記基板の第 1 主面 1 A および第 2 主面 1 B に同時に薄膜を形成することができるので、薄膜の形成に要す

る時間を短縮することができる。

図 3 乃至図 7 は、本実施の形態の薄膜形成方法を実現する薄膜形成装置の概略構成を示す模式図であり、図 3 は薄膜形成装置の構成を示す正面図、図 4 は図 3 の A - A' 線で見た左側面図、図 5 は基板ホルダの構成を示す平面図、図 6 は図 5 の B - B' 線での断面図、図 7 はヒーターの構成を示す平面図である。

図 3 乃至図 7 において、5 はチャンバ、5 A は第 1 排気ポート、5 B は第 2 排気ポート、5 C はガス導入管、6 は基板ホルダ、6 A は第 1 ホルダ、6 B は第 2 ホルダ、6 C はビス、7 は支持部材、8 はドライブシャフト、9 はモーター、10 はヒーター、10 A はヒーターの平行部、10 B はヒーターの傾斜部、10 C は電熱線、10 D は貫通穴、11 はカソード取り付け部材、11 A は角度調節部である。

本実施の形態の薄膜形成方法を実現する薄膜形成装置は、図 3 および図 4 に示すように、チャンバ 5 の内部に、例えば、前記基板 1 を取り付けけた基板ホルダ 6 を支持する支持部材 7 と、前記ターゲット 2 B を取り付けけたカソード 3 と、前記ガイド 4 が設けられている。このとき、前記基板ホルダ 6 は、図 5 および図 6 に示すように、第 1 ホルダ 6 A および第 2 ホルダ 6 B、ならびに前記第 1 ホルダ 6 A と前記第 2 ホルダ 6 B を締結固定するビス 6 C により構成されている。またこのとき、前記基板ホルダ 6 は、図 6 に示したように、前記基板 1 の第 1 主面 1 A および第 2 主面 1 B が露出するように、前記第 1 ホルダ 6 A および第 2 ホルダ 6 B で、前記基板 1 の第 1 主面 1 A および第 2 主面 1 B の端部を支持する。

また、前記支持部材 7 は、例えば、ドライブシャフト 8 によりモーター 9 と連結しており、前記モーター 9 の回転に合わせて、基板 1 の第 1 主面 1 A の法線方向を回転軸として前記基板ホルダ 6 を回転させることができるようになっている。

また、前記ガイド 4 は、前記基板ホルダ 6 と平行な平行部 4 A と、前

記基板ホルダ 6 から前記カソード 3 に向かうにつれて前記基板ホルダ 6 から遠ざかる傾斜部 4 B からなる。このとき、前記平行部 4 A と前記傾斜部 4 B は、例えば、回転支点部 4 C で連結しており、前記平行部 4 A と前記傾斜部 4 B のなす角度を調節できるようになっているものとする。

- 5      また、前記ガイド 4 の前記基板ホルダ 6 と向かい合う面には、ヒーター 10 が設けられている。このとき、前記ヒーター 10 は、例えば、図 7 に示すように、前記ヒーター 4 の平行部 4 A に取り付けられた平行部 10 A と、前記ヒーター 4 の傾斜部 4 B に取り付けられた傾斜部 10 B とからなる。またこのとき、前記ヒーター 10 の平行部 10 A と前記傾斜部 10 B のなす角は、例えば、前記ガイド 4 の平行部 4 A と傾斜部 4 B の動きと連動するようにしておく。また、前記ヒーター 10 の平行部 10 A に設けられた電熱線 10 C と、前記ヒーター 10 の傾斜部 10 B に設けられた電熱線 10 C は、密度を変えるなどして、前記平行部 10 A と傾斜部 10 B での温度差が小さくなるようにする。また、前記ヒーター 10 には、前記ドライブシャフト 8 が通る貫通穴 10 D も設けておく。

また、図示は省略するが、前記ガイド 4 にも、前記ドライブシャフト 8 が通る貫通穴を設けておく。

- 20      また、前記カソード 3 は、図 3 および図 4 に示したように、カソード取り付け部材 11 により前記チャンバ 5 に固定する。このとき、前記カソード取り付け部材 11 には、前記カソード 3 の角度を調節する角度調節部 11 A を設けておく。

- 25      前記薄膜形成装置を用いて、前記基板 1 の第 1 主面 1 A および第 2 主面 1 B に薄膜を形成するときには、まず、例えば、前記チャンバ 5 の内部に、前記基板ホルダ 6 を入れて前記支持部材 7 で支持し、前記ターゲット 2 B を取り付けしたカソード 3 を前記チャンバ 5 に取り付けるとともに、前記ガイド 4 の傾斜部 4 B および前記ヒーター 10 の傾斜部 10 B、

ならびに前記カソード 3 の角度を調節する。

このとき、前記カソード 3 の角度は、図 2 に示したように、前記カソード 3 に取り付けられたターゲット 2 B から飛び出させた微粒子状の薄膜材料 2 A の入射角  $\theta$  が、15 度になるように調節する。また、前記ガイド 4 の傾斜部 4 B および前記ヒーター 10 の傾斜部 10 B の角度も、前記微粒子状の薄膜材料 2 A の入射角  $\theta$  に合わせて、30 度になるように調節する。

次に、チャンバ 5 に設けられた第 1 排気ポート 5 A および第 2 排気ポート 5 B から内部の空気を吸い出すとともに、前記チャンバ 5 に設けられたガス導入管 5 C から、アルゴンガスや酸素ガスを前記チャンバ 5 の内部に充填して、前記チャンバ 5 の内部を真空状態にする。

次に、前記基板ホルダ 6 を回転させながら、前記ヒーター 10 で前記基板ホルダ 6 に取り付けられた基板 1 を、あらかじめ定められた温度に加熱する。

その後、前記カソード 3 に電力を供給し、前記ターゲット 2 B から微粒子状の薄膜材料 2 A を飛び出させる。前記ターゲット 2 B から飛び出させた微粒子状の薄膜材料 2 A は、例えば、図 1 を用いて説明した原理に従って、前記基板 1 の第 1 主面 1 A 上および第 2 主面 1 B 上に導かれ、前記基板 1 の第 1 主面 1 A 上および第 2 主面 1 B 上に堆積する。

図 8 乃至図 12 は、本実施の形態の薄膜形成方法の適用例を説明するための模式図であり、図 8 はマイクロ波デバイスの構成の一例を示す平面図、図 9 は図 8 の C-C' での断面図、図 10 はマイクロ波デバイスの動作を説明するための図、図 11 および図 12 はマイクロ波デバイスの製造方法を説明するための断面図である。

本実施の形態の薄膜形成方法は、例えば、図 8 および図 9 に示すように、基板 1 の第 1 主面 1 A に回路パターン 2 C が設けられ、前記基板 1 の第 1 主面 1 A の裏面（第 2 主面）1 B にグランドプレーン（ground



plane) が設けられたマイクロ波デバイスを製造するときに用いられる。前記マイクロ波デバイスには、例えば、アレイアンテナ、マイクロ波集積回路、フィルター等がある。

前記マイクロ波デバイスは、例えば、図 10 に示したように、前記回路パターン 2 C と前記グランドプレーン 2 D の間で生じる漏れ電界にともなって生じる磁場の変化を利用して動作させる。このとき、前記回路パターン 2 C および前記グランドプレーン 2 D が前記酸化膜超伝導体であると、例えば、通常の導体に比べて表面抵抗が小さく、より高い動作特性を得ることができる。そのため、近年、前記酸化物超伝導体を用いた種々のマイクロ波デバイスが注目されている。

前記酸化物超伝導体を用いたマイクロ波デバイスでは、例えば、前記基板 1 には  $MgO$ 、 $Al_2O_3$  等の誘電体基板が用いられ、前記回路パターン 2 C および前記グランドプレーン 2 D には YBCO や BSCCO 等の酸化物超伝導体が用いられる。

前記酸化物超伝導体を用いたマイクロ波デバイスを製造するときには、まず、図 11 に示すように、前記誘電体基板 1 の第 1 主面 1 A および第 2 主面 1 B に、前記酸化物超伝導体の薄膜 2 C', 2 D を形成する。前記薄膜 2 C', 2 D の形成には、本実施の形態で説明した薄膜形成装置を用いる。このとき、前記ターゲット 2 B は、例えば、酸化物超伝導体の 1 種である YBCO の形成に用いる  $YBa_2Cu_3O_x$ 、 $Y_2O_3$ 、 $BaO$ 、 $CuO$  等の材料を用いる。また、前記基板 1 は、例えば、約  $800^\circ C$  に加熱した状態にしておく。

次に、一方の薄膜、例えば、図 12 に示すように、前記基板 1 の第 1 主面 1 A に形成した薄膜 2 C' 上に、前記回路パターン 2 C に合わせたエッチングレジスト 12 を形成する。このとき、図示は省略するが、例えば、前記エッチングレジスト 12 を形成した面の裏面、すなわち前記基板 1 の第 2 主面 1 B の薄膜 2 D 上にもレジストを形成しておく。その

後、前記エッチングレジスト 12 を形成した面の薄膜 2 C' をエッチングして不要な部分を除去し、図 8 に示したような、前記回路パターン 2 C を形成する。

このとき、従来の薄膜形成装置では、片面ずつ前記薄膜 2 C', 2 D を形成したかったので、例えば、1 回目に形成した薄膜 2 C' と、2 回目に形成した薄膜 2 D の計時変化の度合いが異なり、両薄膜 2 C', 2 D の膜質が異なることが多かった。特に、前記酸化物超伝導体を用いて形成した薄膜 2 C', 2 D の場合、前記酸化物超伝導体が化学的安定性に乏しく、膜質の劣化やばらつきが顕著である。そのため、製造したマイクロ波デバイス

10    バイスの動作特性の劣化に大きな影響を与える。一方、本実施の形態の薄膜形成装置では、前記基板 1 の第 1 主面 1 A および第 2 主面 1 B の両面に、同時に薄膜 2 C', 2 D を形成することができ、各面の薄膜 2 C', 2 D の膜質の劣化やばらつきを低減することができる。そのため、デバイスの動作特性を安定化させることができる。

15    以上説明したように、本実施の形態の薄膜形成方法によれば、基板 1 の第 1 主面 1 A および第 2 主面 1 B の両面に、同時に薄膜 2 C', 2 D を形成することができるので、計時変化による膜質の劣化やばらつきを低減することができる。

20    また、基板 1 の第 1 主面 1 A および第 2 主面 1 B の両面に、同時に薄膜 2 C', 2 D を形成することができるので、薄膜を形成するのに要する時間およびエネルギー消費量を低減することができる。そのため、前記薄膜の製造コストを低減することができる。

25    また、基板 1 の第 1 主面 1 A および第 2 主面 1 B の両面に、同時に薄膜 2 C', 2 D を形成することができるので、例えば、前記酸化物超伝導体の薄膜を形成するときにも、計時変化による膜質の劣化を低減することができる。そのため、前記酸化物超伝導体を用いたマイクロ波デバイスの動作特性を安定化させることができる。

また、図 3 および図 4 に示したような薄膜形成装置を用いることで、一度に複数枚の基板 1 に薄膜を形成する場合、あるいは、大型の基板 1 に薄膜を形成する場合にも、膜質の劣化やばらつき、膜厚のばらつきを低減することができる。

5      以上、本発明を、前記実施の形態に基づき具体的に説明したが、本発明は、前記実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において、種々変更可能であることはもちろんである。

例えば、前記実施の形態では、スパッタリング法を例に挙げて、原理および薄膜形成装置の構成を説明したが、これに限らず、同様の原理を用いる CVD (Chemical Vapor Deposition) 法、MBE (Molecular Beam  
10      Epitaxy) 法、レーザーアブレーション法、蒸着法等に適用することもできる。

また、前記実施の形態では、酸化物超伝導体を用いた薄膜の形成方法について説明したが、これに限らず、同様の原理および装置を用いた薄膜形成方法であれば、材料の種類を問わず、例えば、半導体や金属の薄  
15      膜を形成する場合にも適用できる。

また、前記実施の形態では、前記ヒーター 10 は、図 7 に示したように、前記平行部 10 A と前記傾斜部 10 B の電熱線 10 C の密度を変えることで、温度ムラを低減しているが、これに限らず、例えば、前記平行部 10 A の電熱線 10 C と前記傾斜部 10 B の電熱線 10 C を独立させて、それぞれに印加する電力を調節して温度ムラを低減してもよい。  
20      またさらに、前記実施の形態では、図 3 に示したように、前記ガイド 4 の前記基板ホルダ 6 と向かい合う面に前記ヒーター 10 を設けたが、これに限らず、前記基板ホルダ 6 に取り付けした基板 1 を均一に加熱できれば、  
25      どのような構成、配置であってもよい。

以上のように、本発明にかかる薄膜形成方法及び薄膜形成装置は、微粒子状の材料を基板に堆積させて薄膜を形成する方法として有用であり、特に、安定した動作特性が要求されるマイクロ波デバイス等の製造に適している。

## 請 求 の 範 囲

1 . 微粒子状の薄膜材料を生成し、前記生成した微粒子状の薄膜材料を基板の主面上に導き、前記基板に堆積させて薄膜を形成する薄膜形成方法であって、前記基板は、第 1 主面およびその裏面（以下、第 2 主面と称する）が露出するように支持し、前記微粒子状の薄膜材料を、前記基板の第 1 主面の面内方向の延長線上で生成し、前記生成した微粒子状の薄膜材料を、前記基板の第 1 主面上および第 2 主面上に導くことを特徴とする薄膜形成方法。

2 . 前記微粒子状の薄膜材料を、前記基板の第 1 主面上および第 2 主面上に近づくにつれて、収斂して密度が高くなるように導くことを特徴とする請求の範囲第 1 項記載の薄膜形成方法。

3 . 前記基板を、前記第 1 主面の法線方向を回転軸として回転させながら前記薄膜材料を堆積させることを特徴とする請求の範囲第 1 項または第 2 項記載の薄膜形成方法。

4 . 前記基板の第 1 主面上および前記第 2 主面上にヒーターを配置して前記基板を加熱することを特徴とする請求の範囲第 1 項から第 3 項のいずれか 1 項に記載の薄膜形成方法。

5 . 前記微粒子状の薄膜材料は、酸化物超伝導体の形成に用いる材料から生成することを特徴とする請求の範囲第 1 項から第 4 項のいずれか 1 項に記載の薄膜形成方法。

6 . 薄膜材料からなるターゲットと、前記ターゲットから微粒子状の薄膜材料を発生させるカソードと、前記微粒子状の薄膜材料を堆積させる基板を支持する支持部材と、前記基板を加熱するヒーターと、前記微粒子状の薄膜材料を、前記基板の前記薄膜材料を堆積させる面上に導くガイドを備える薄膜形成装置であって、前記支持部材は、前記基板の第 1 主面およびその裏面（以下、第 2 主面と称する）が露出するように前



記基板を支持し、前記ターゲットは、前記基板の第 1 主面の面内方向の延長線上に前記微粒子状の薄膜材料が生成する位置に配置され、前記ガイドは、前記基板の第 1 主面上および第 2 主面上に配置されていることを特徴とする薄膜形成装置。

5        7. 前記ガイドは、前記基板の第 1 主面あるいは第 2 主面と平行な平行部、および前記基板から前記ターゲットに向かうにつれて、前記基板からの距離が遠くなる傾斜部からなることを特徴とする請求の範囲第 6 項に記載の薄膜形成装置。

10       8. 前記支持部材は、前記基板を回転させる回転機構を備えることを特徴とする請求の範囲第 5 項または第 6 項に記載の薄膜形成装置。

9. 前記ヒーターは、前記各ガイドの前記基板と向かい合う面に設けられていることを特徴とする請求の範囲第 6 項から第 8 項のいずれかに記載の薄膜形成装置。

15       10. 前記ターゲットは、生成させた微粒子状の薄膜材料が、あらかじめ定められた角度で前記基板の第 1 主面および第 2 主面に入射するように配置されていることを特徴とする請求の範囲第 6 項から第 9 項のいずれかに記載の薄膜形成装置。

11. 前記ターゲットを複数個備えることを特徴とする請求の範囲第 6 項から第 10 項のいずれかに記載の薄膜形成装置。

20       12. 前記ターゲットは、酸化物超伝導体の形成に用いる材料でなることを特徴とする請求の範囲第 6 項から第 11 項のいずれかに記載の薄膜形成装置。

1/10

Fig. 1

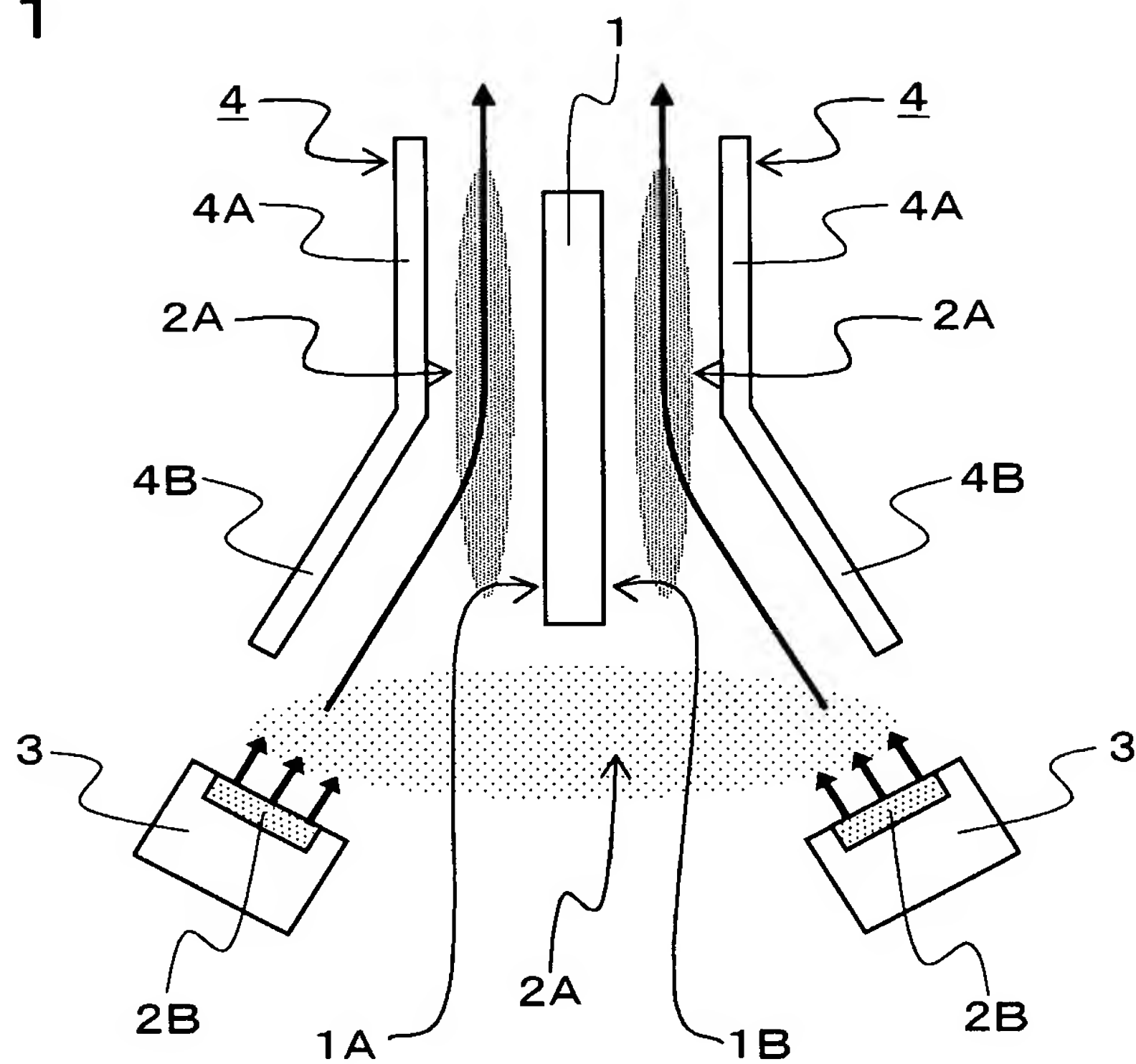


Fig. 2

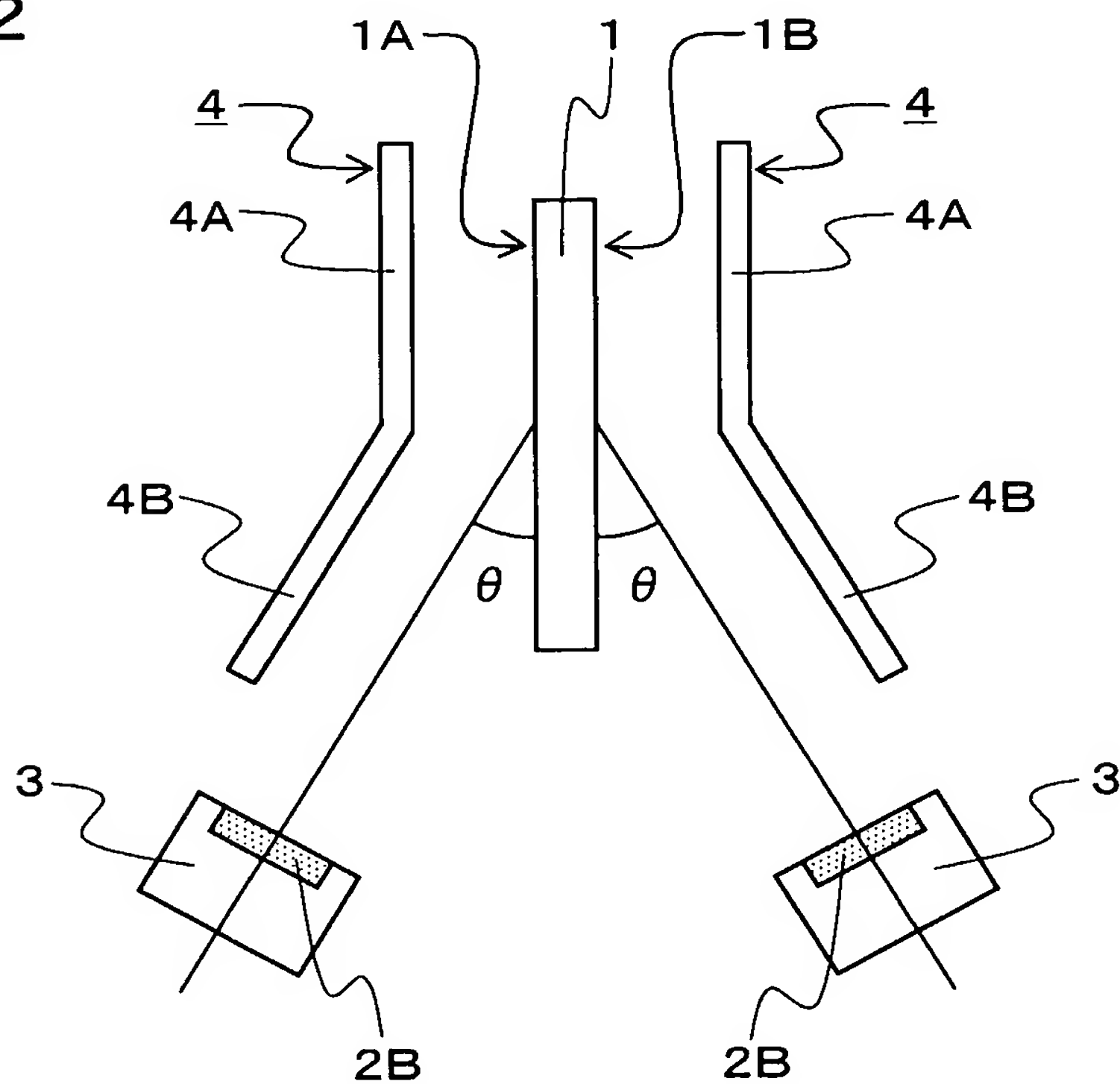
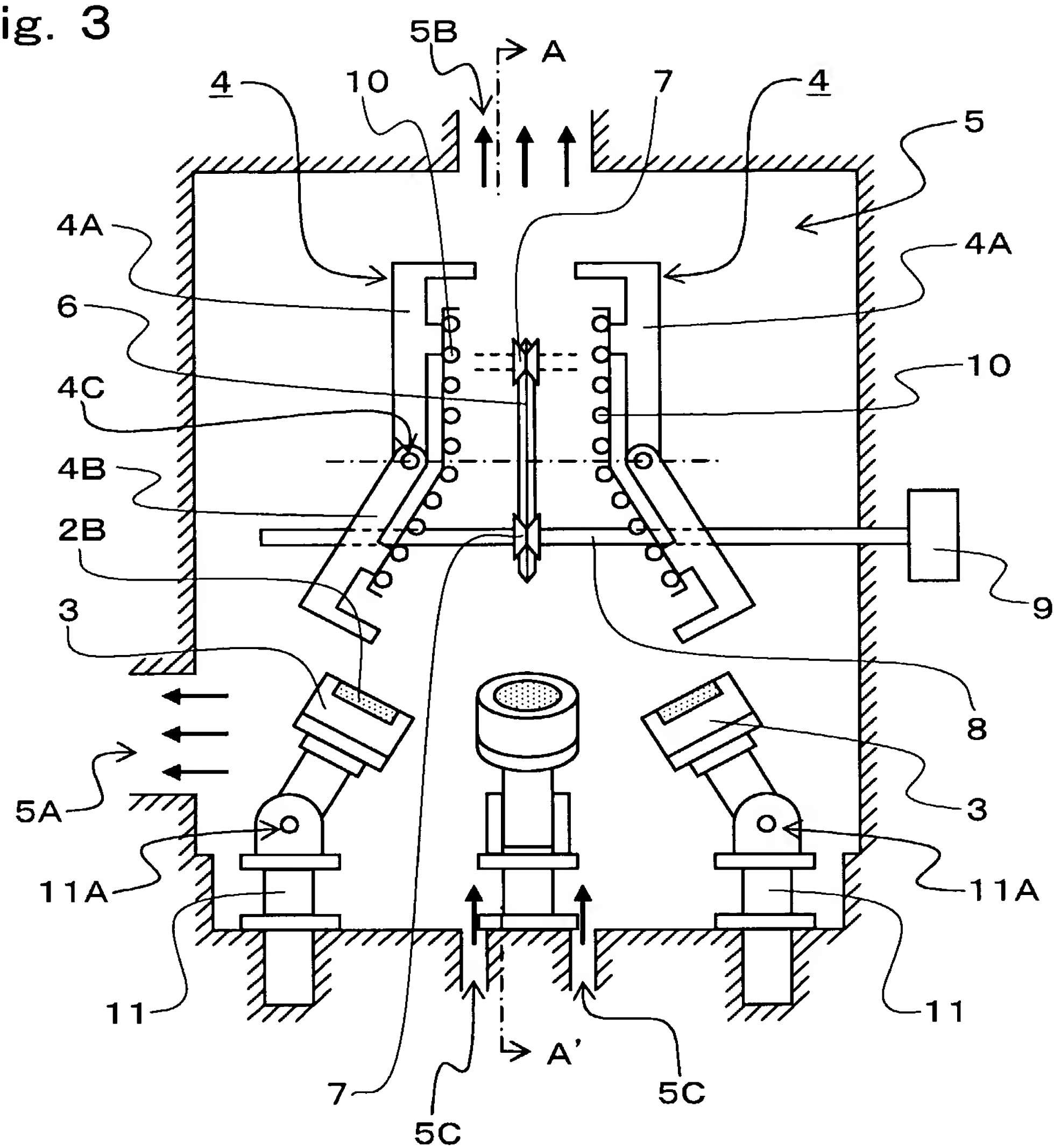
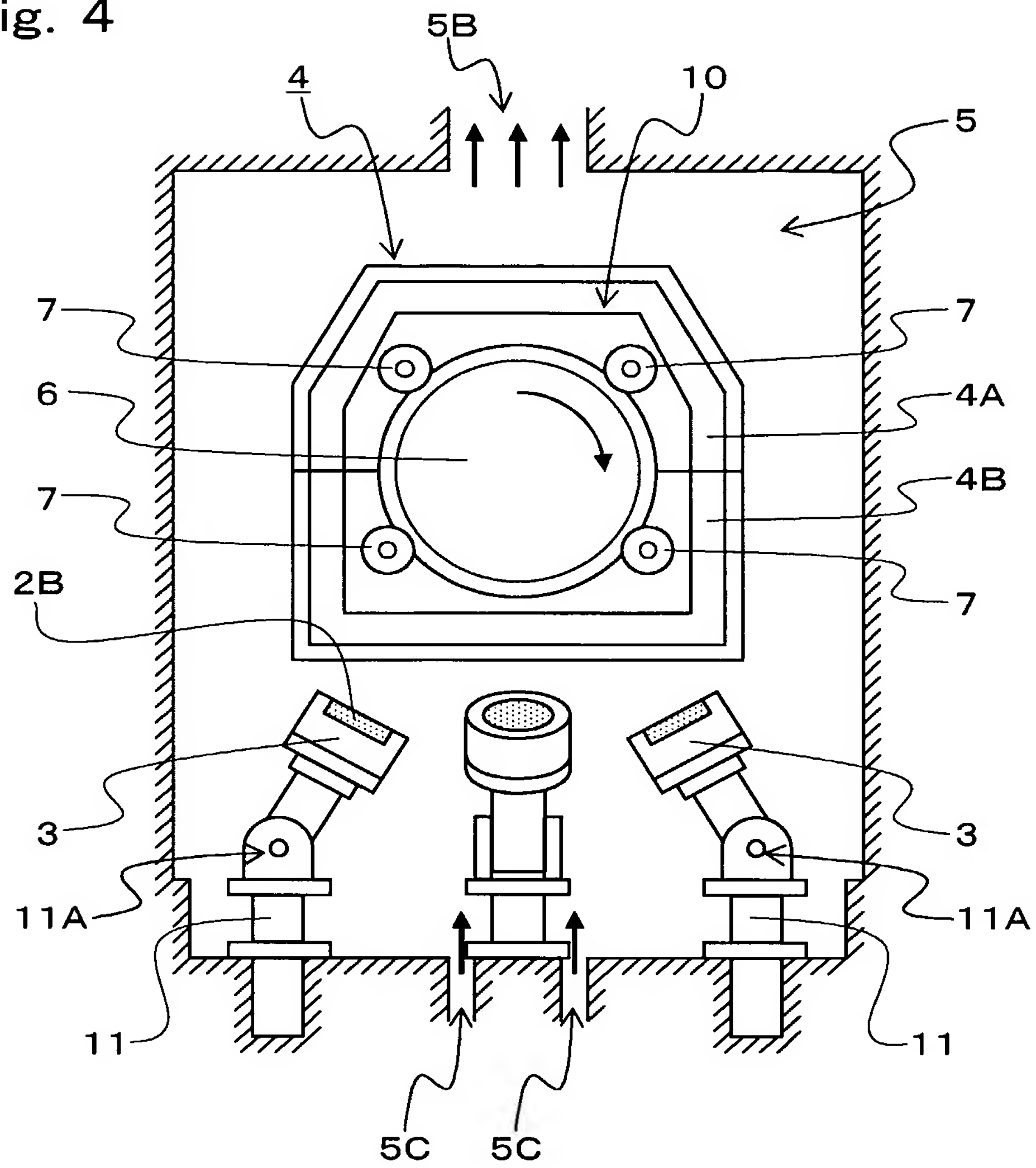


Fig. 3



3/10

Fig. 4



4/10

Fig. 5

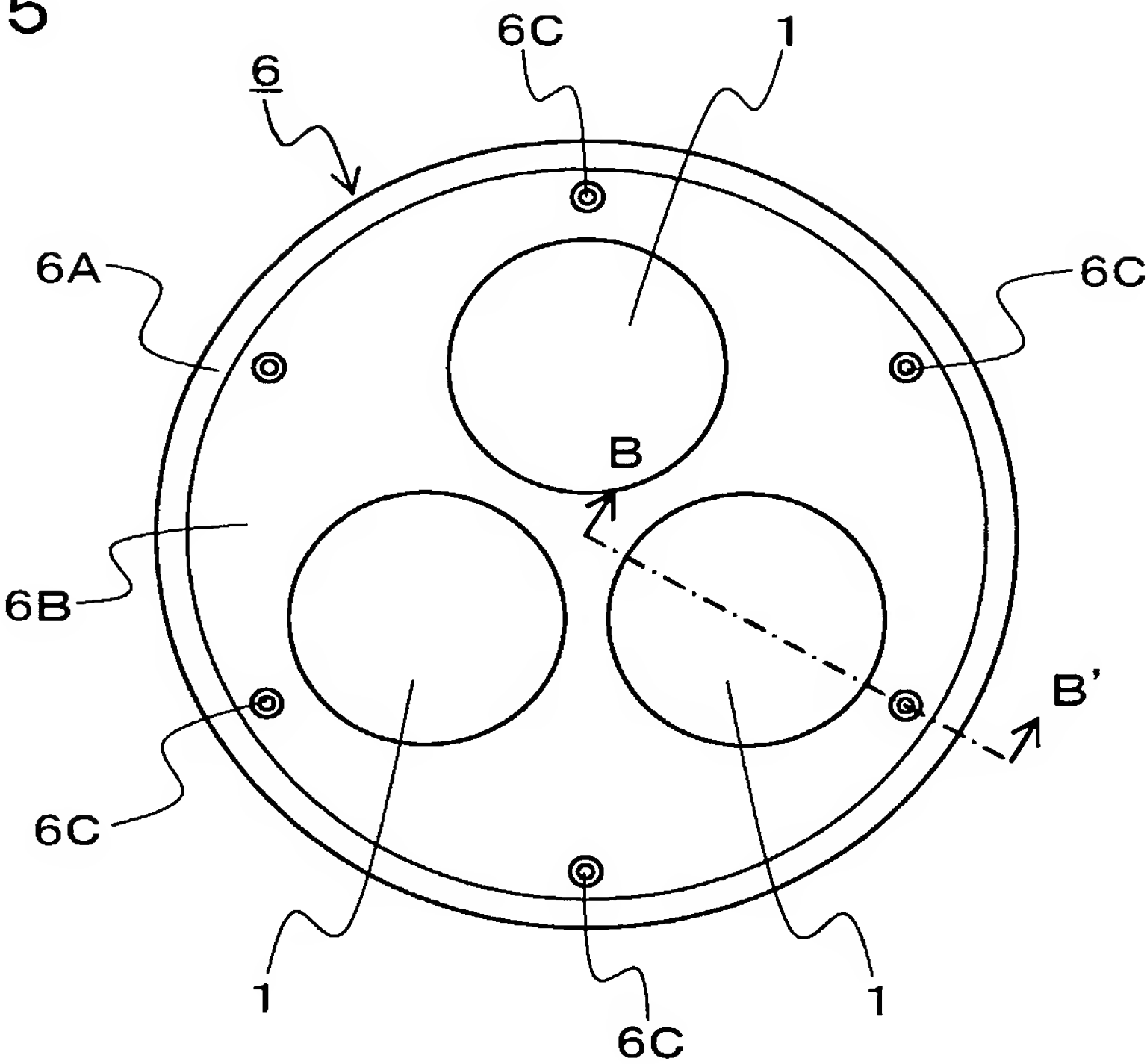
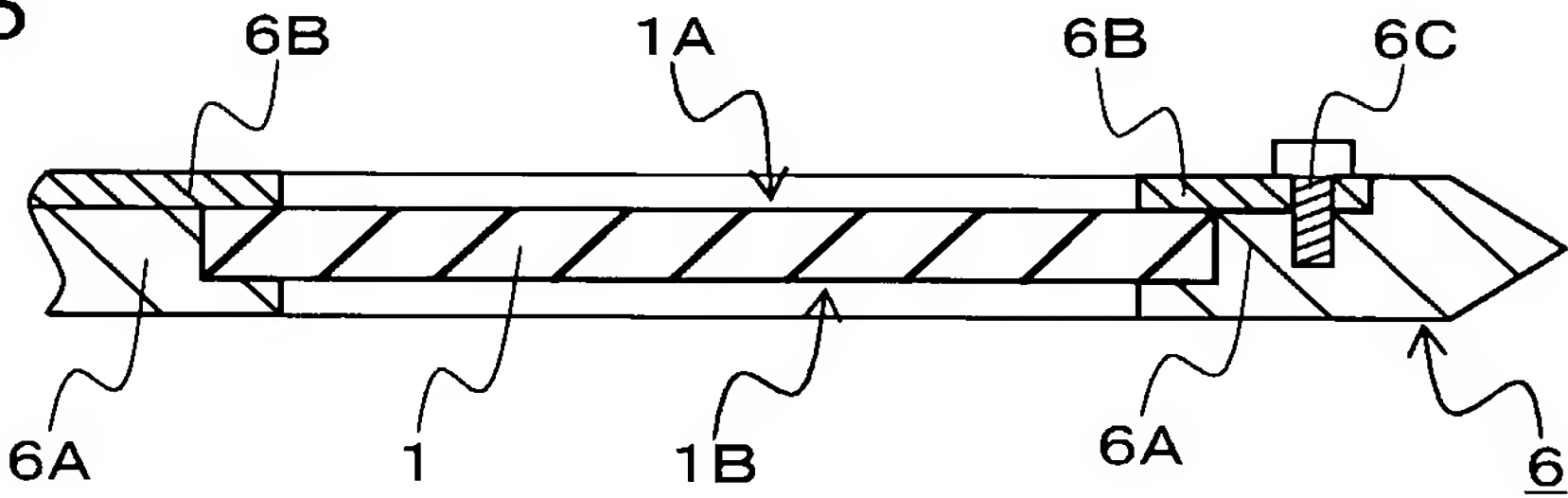


Fig. 6





5/10

Fig. 7

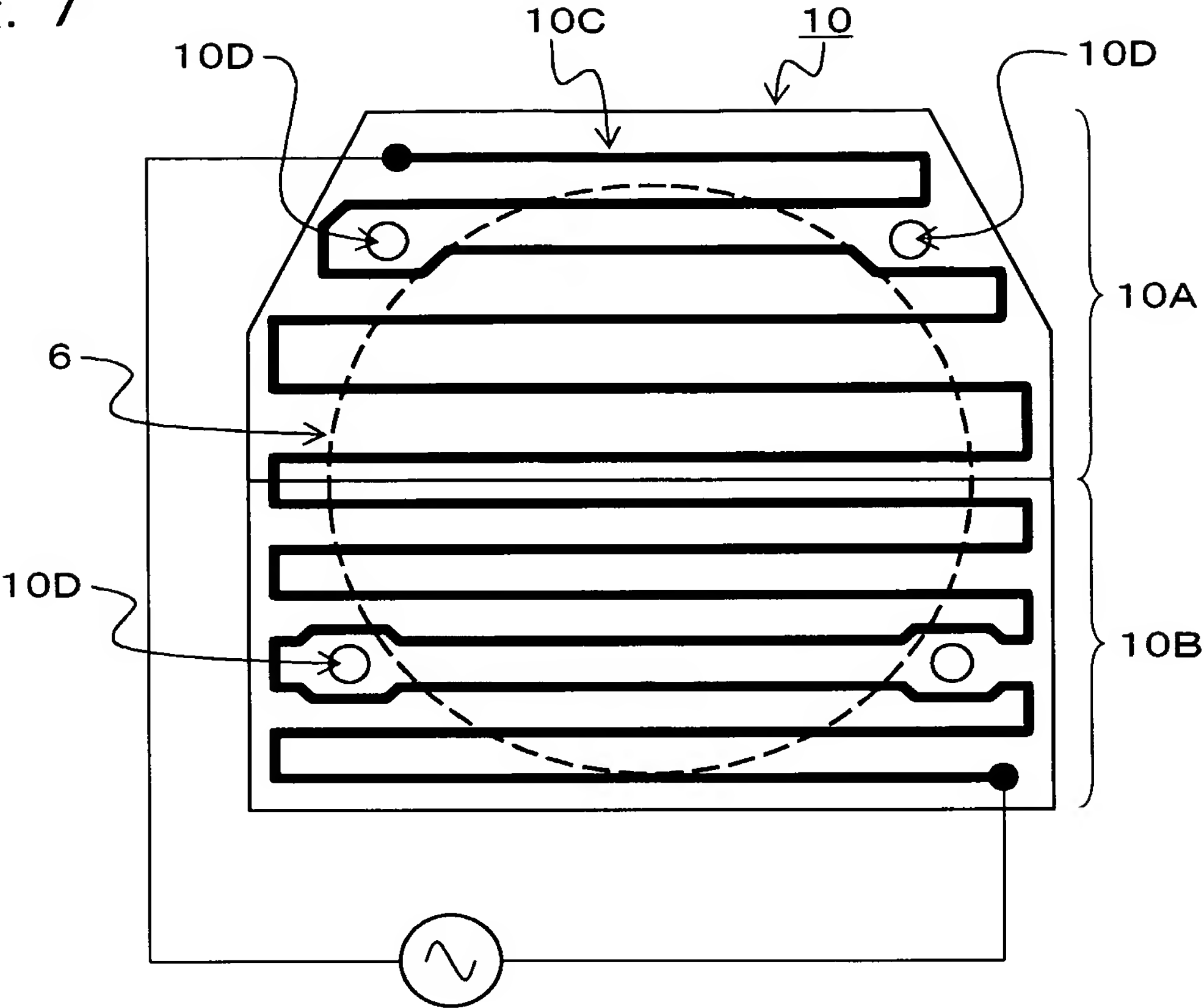


Fig. 8

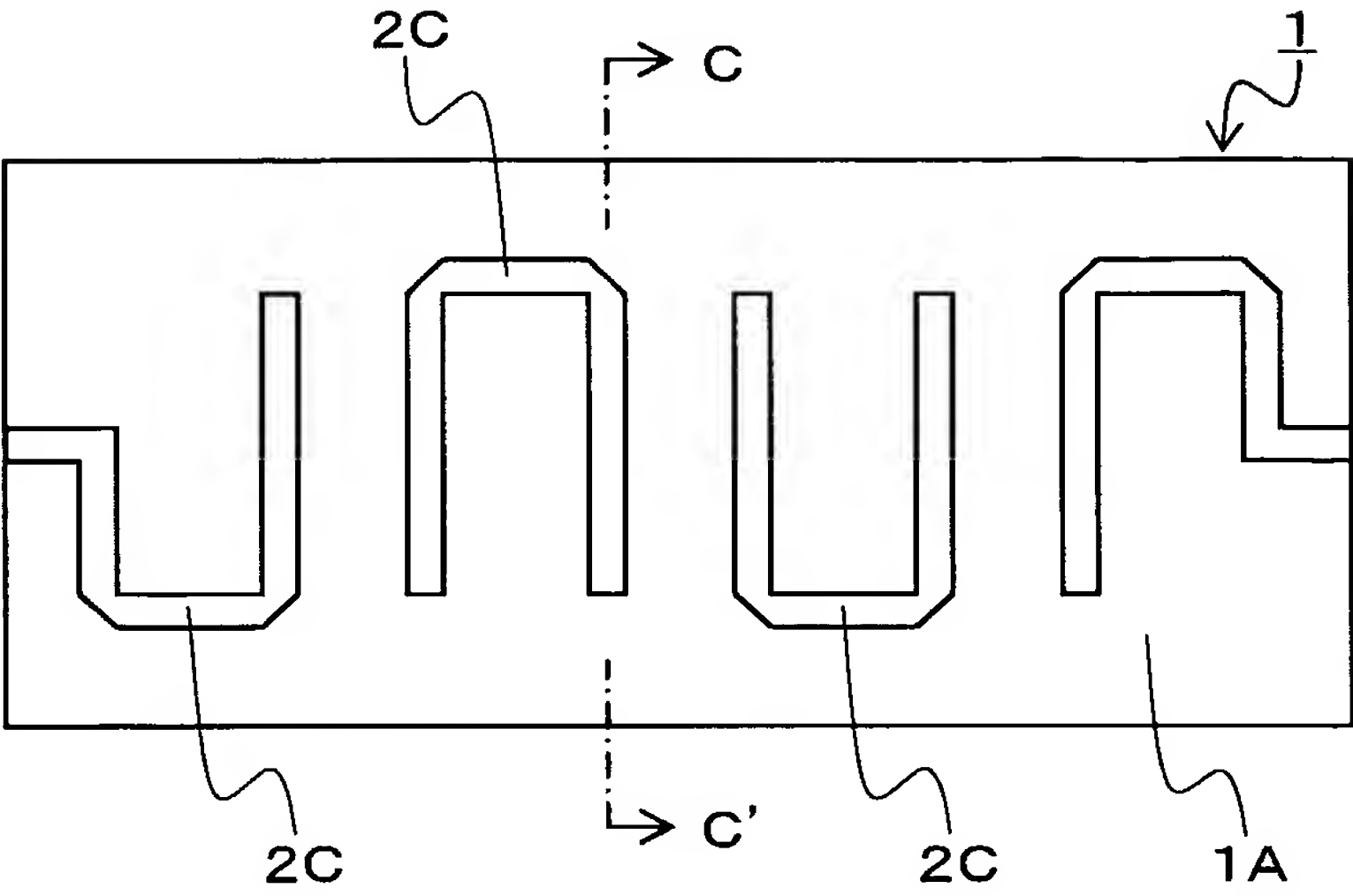


Fig. 9

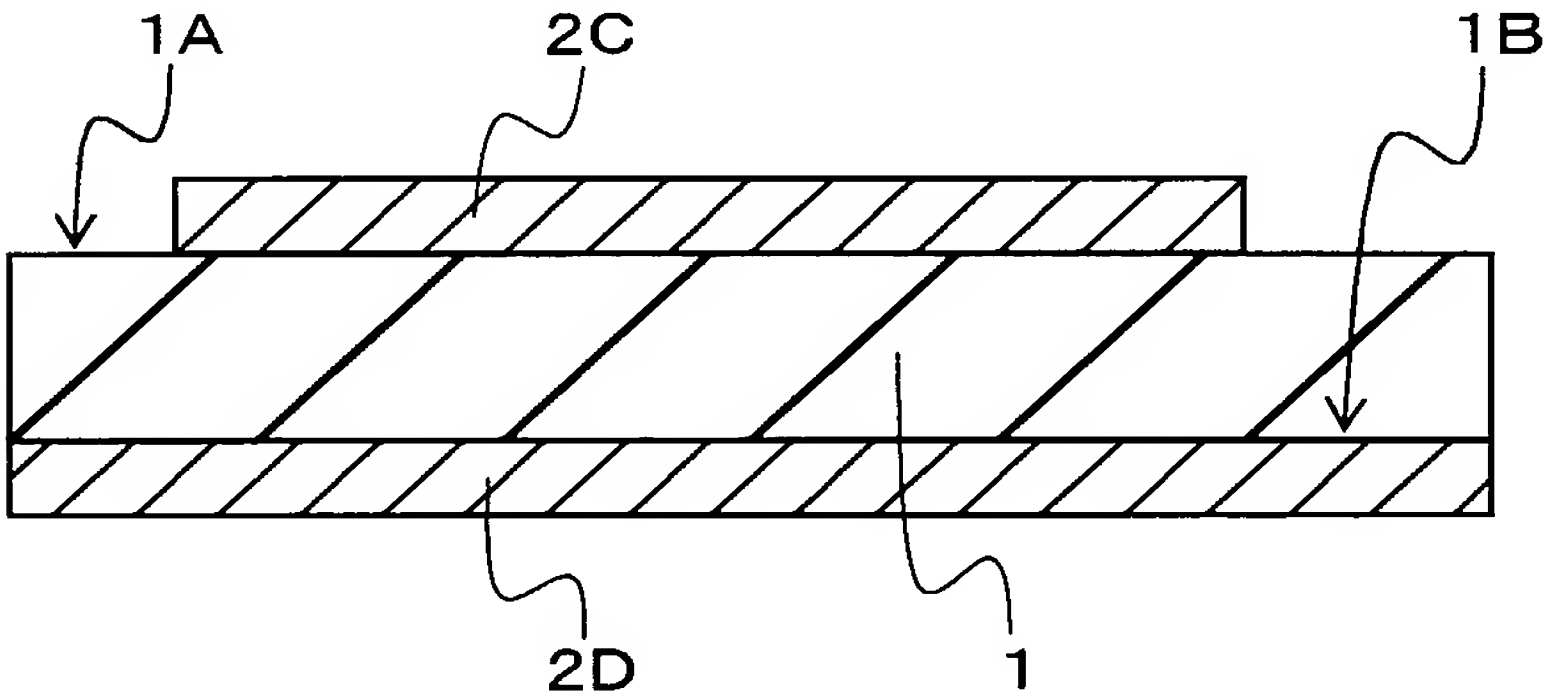


Fig. 10

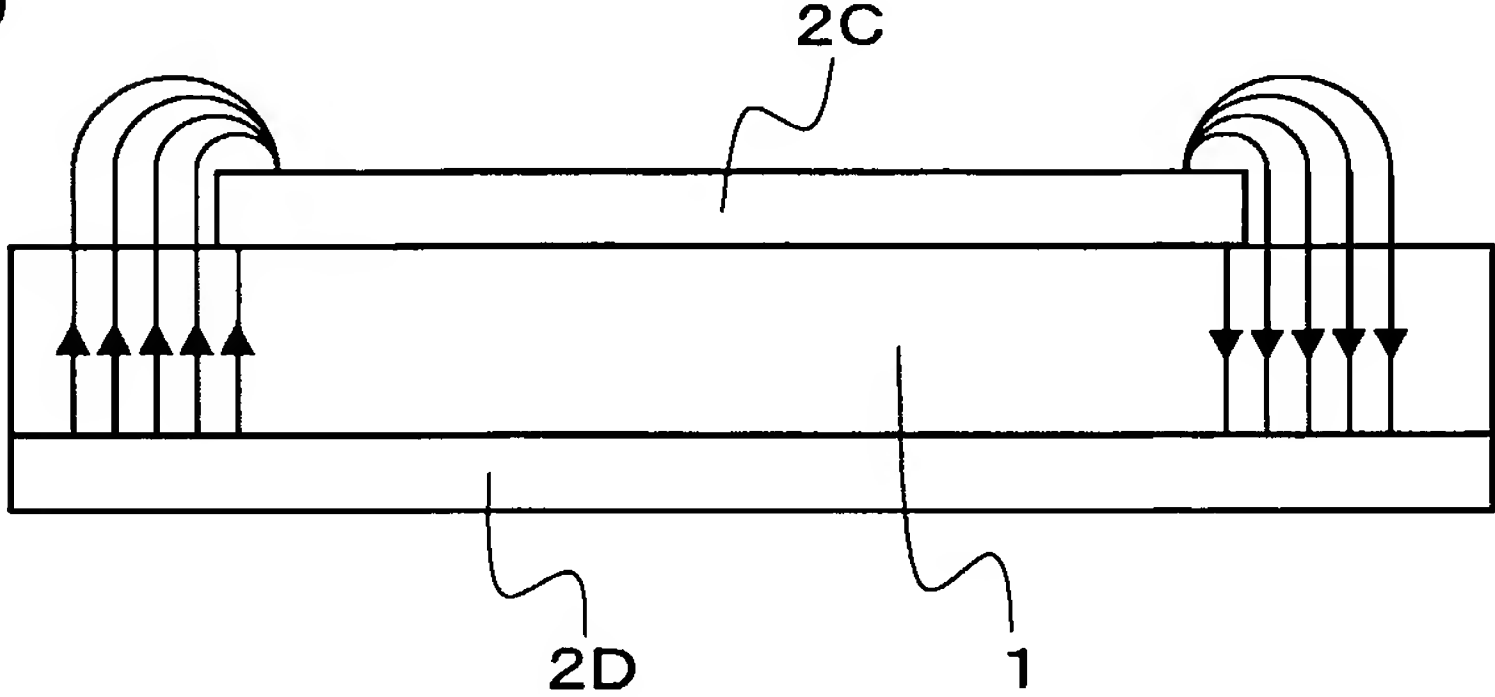


Fig. 11

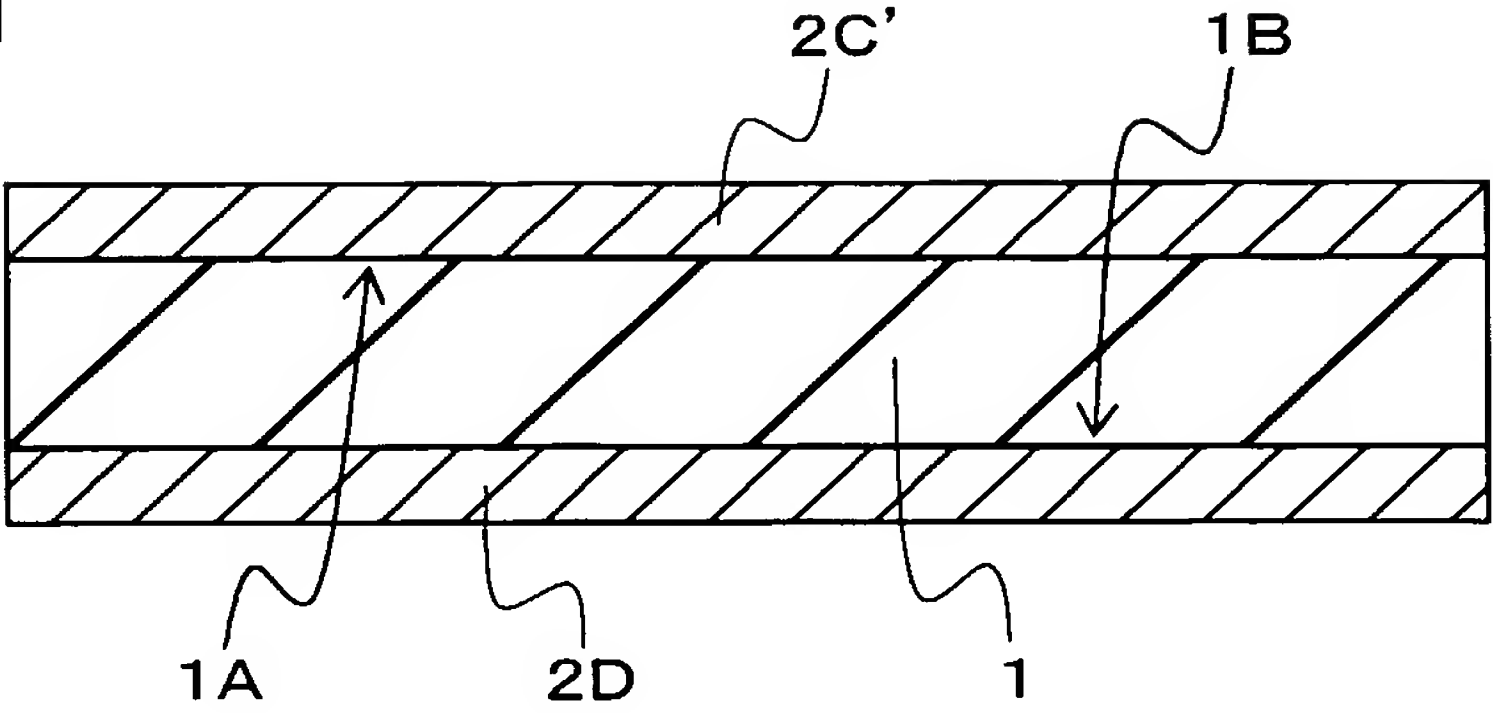


Fig. 12

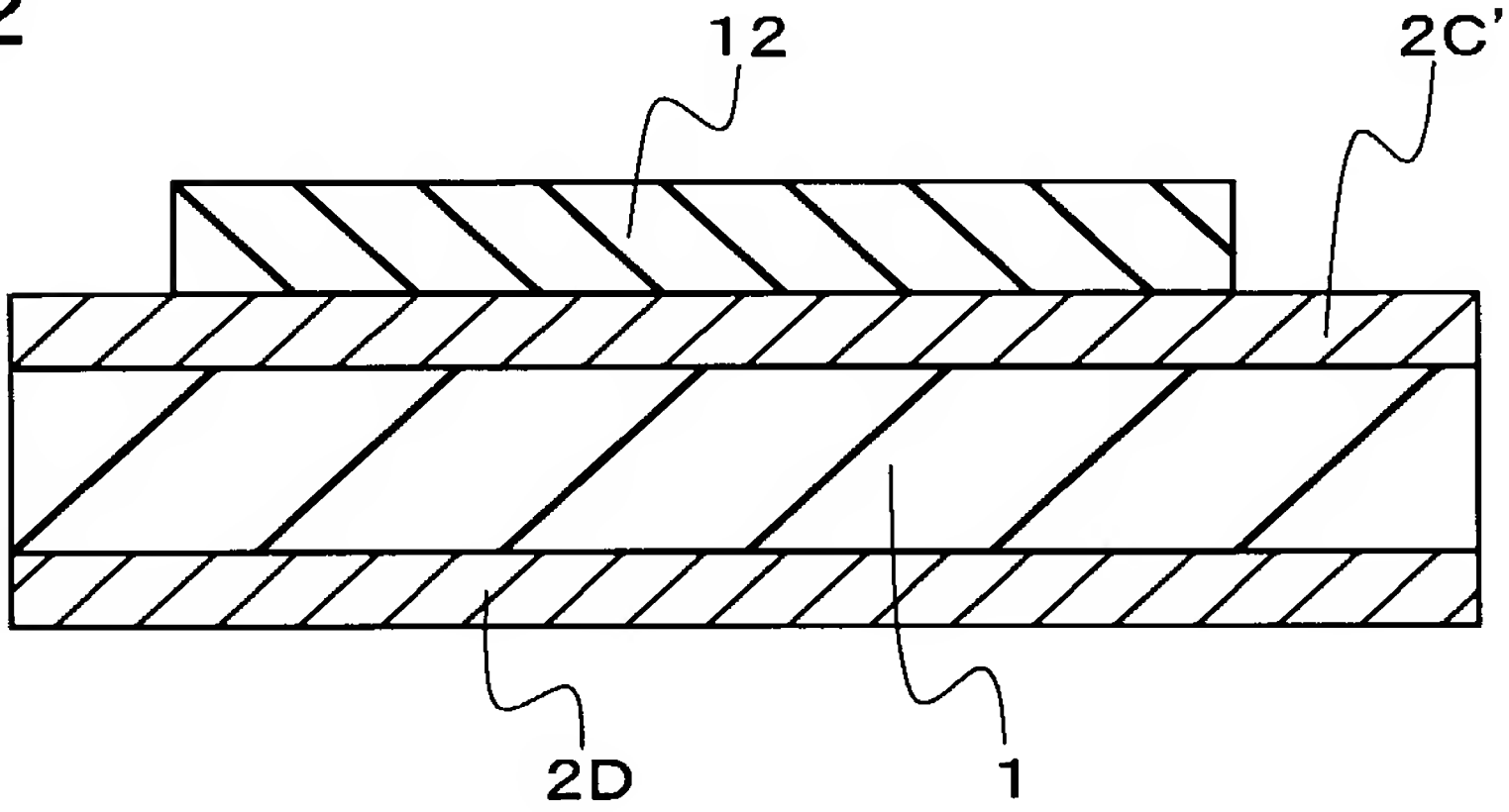


Fig. 13

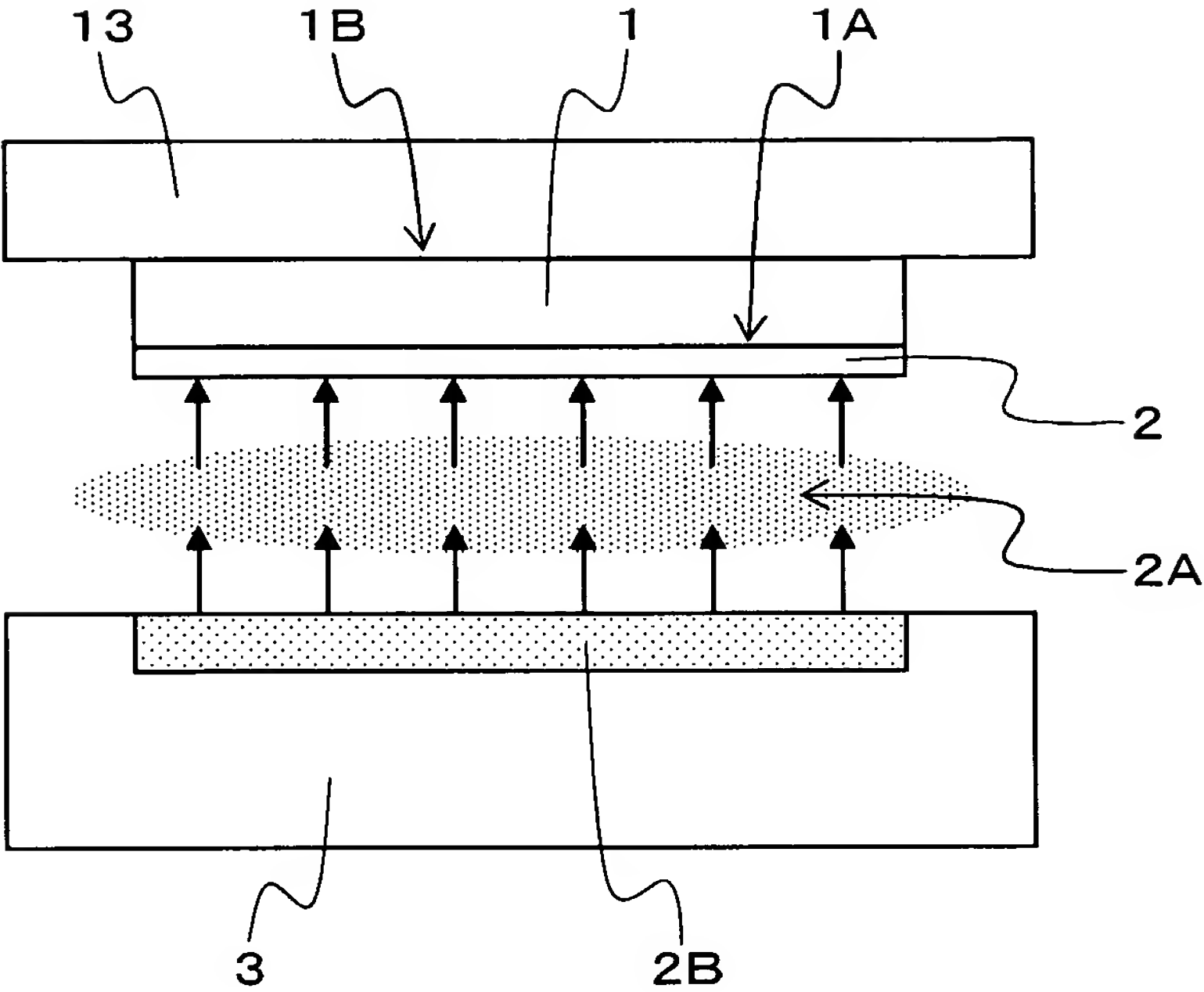


Fig. 14

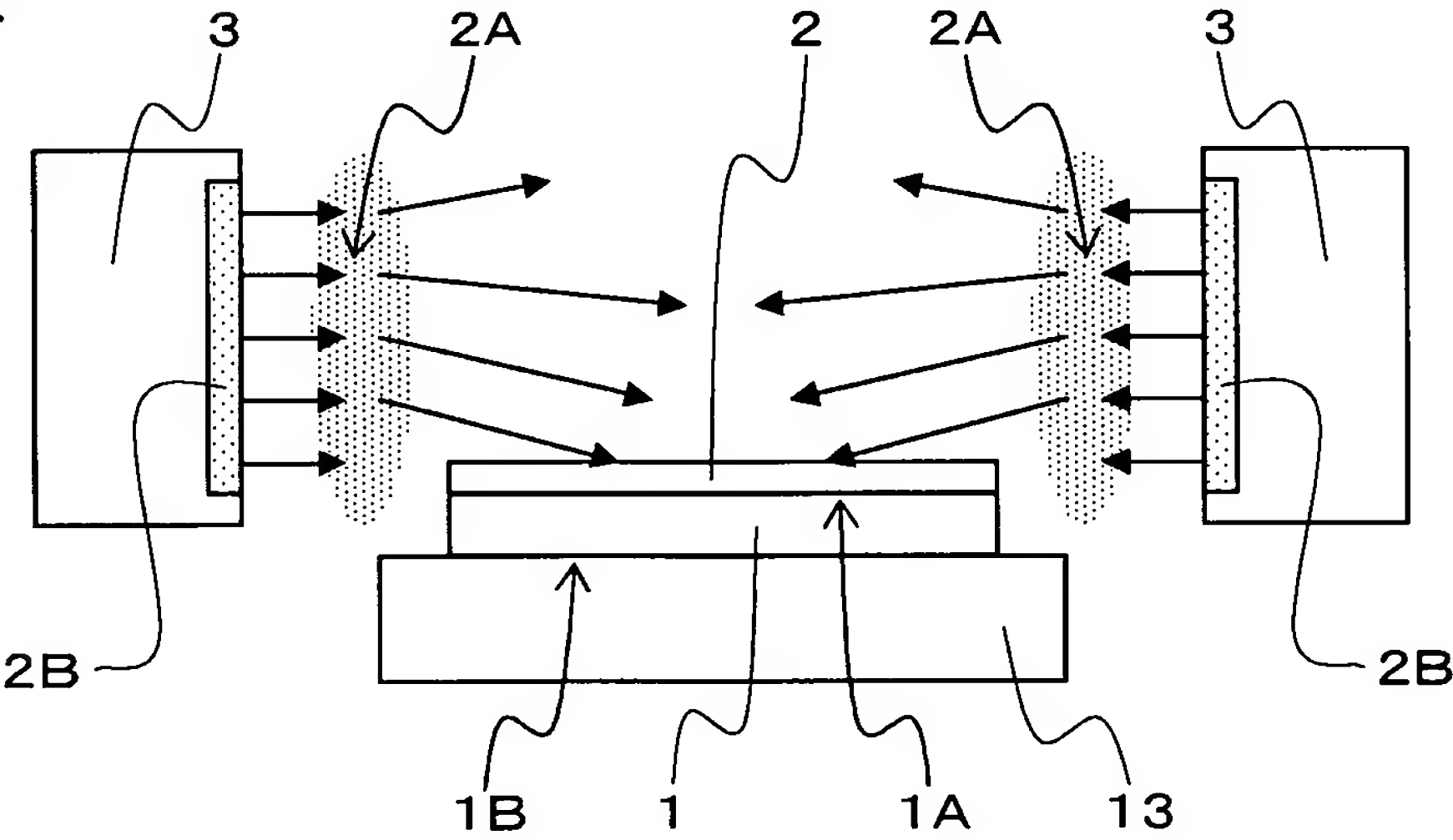


Fig. 15

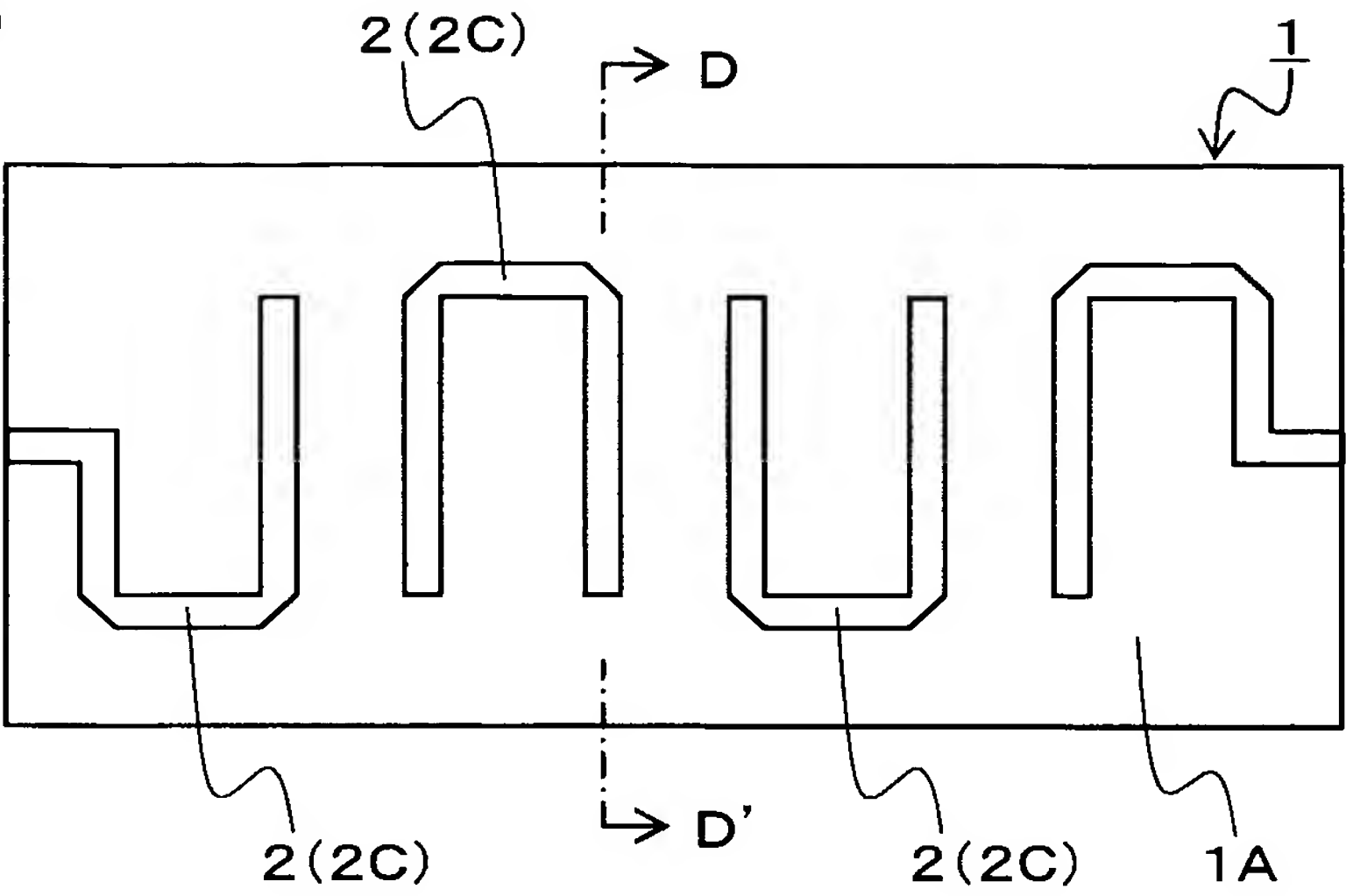


Fig. 16

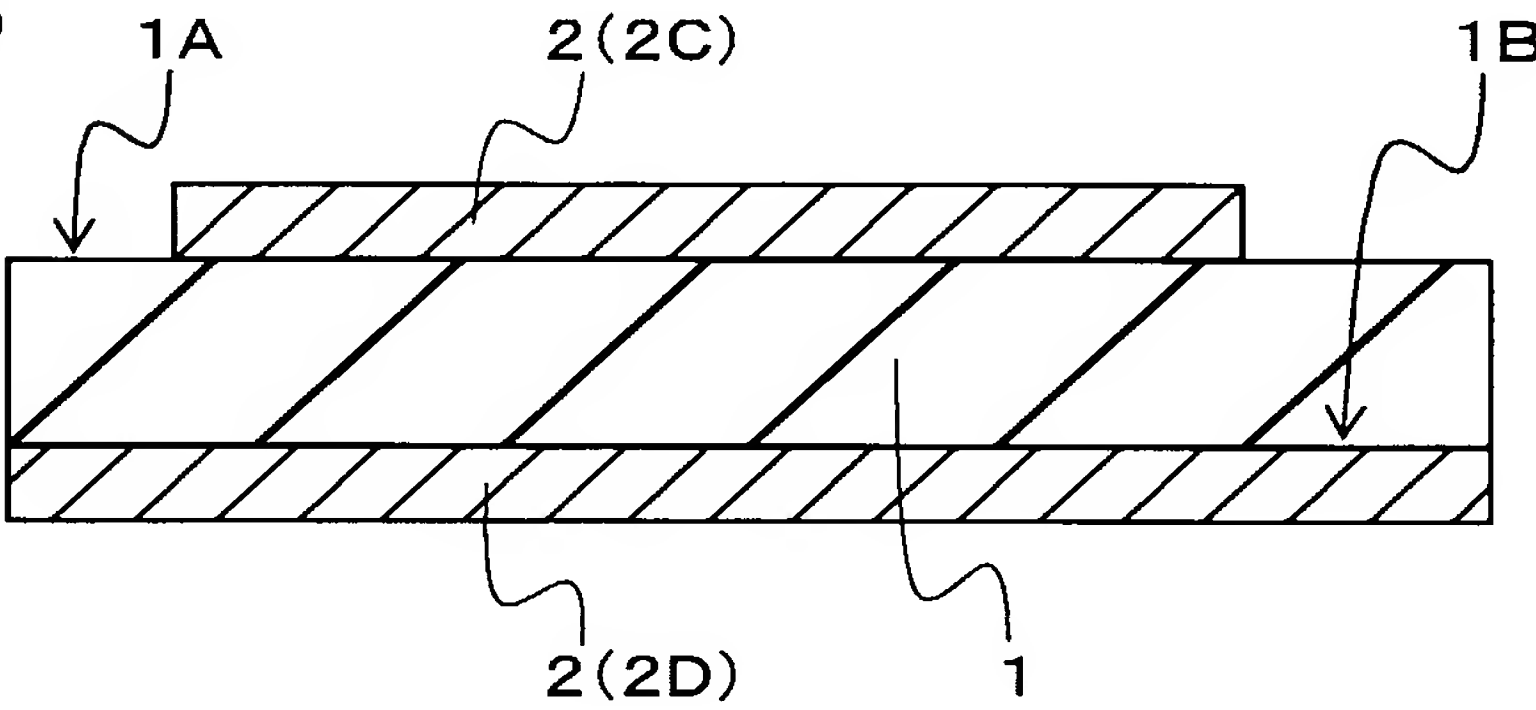
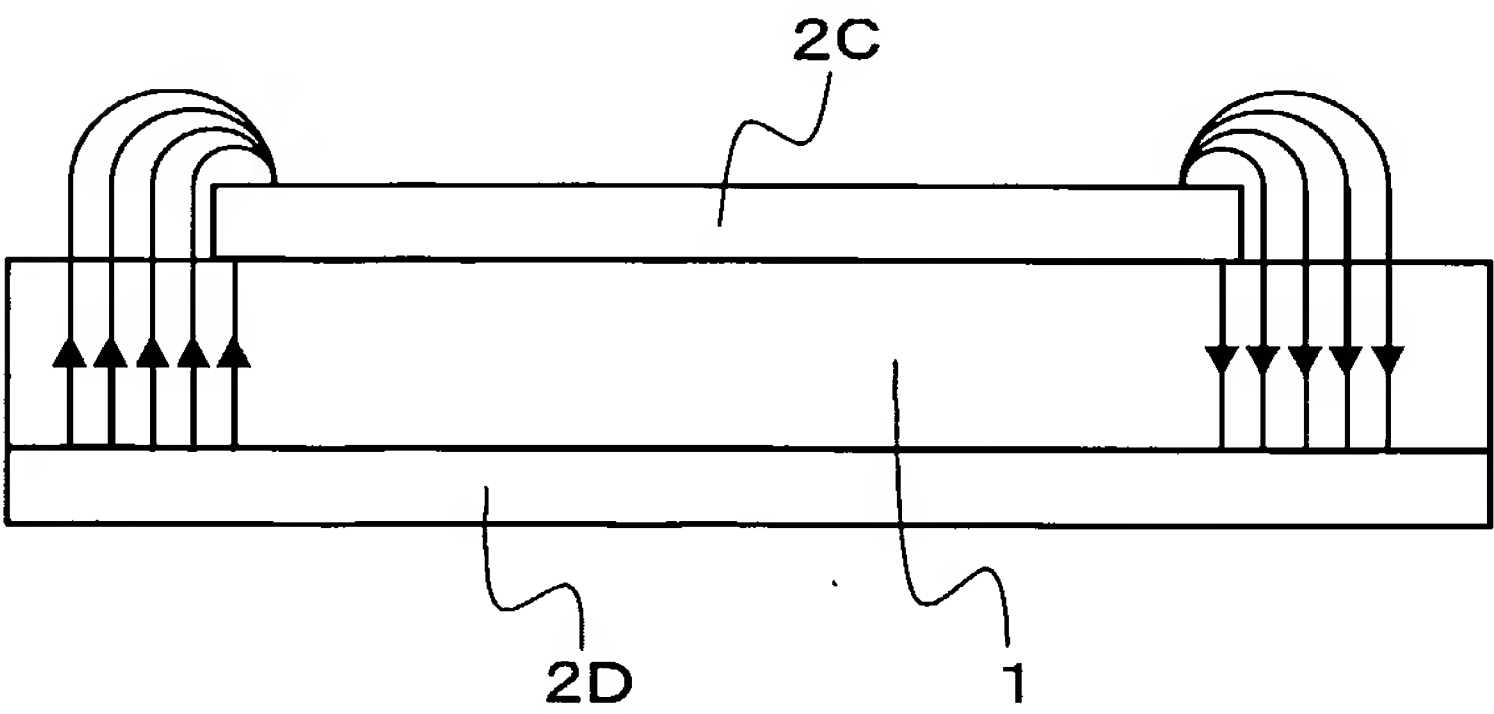


Fig. 17





10/10

Fig. 18

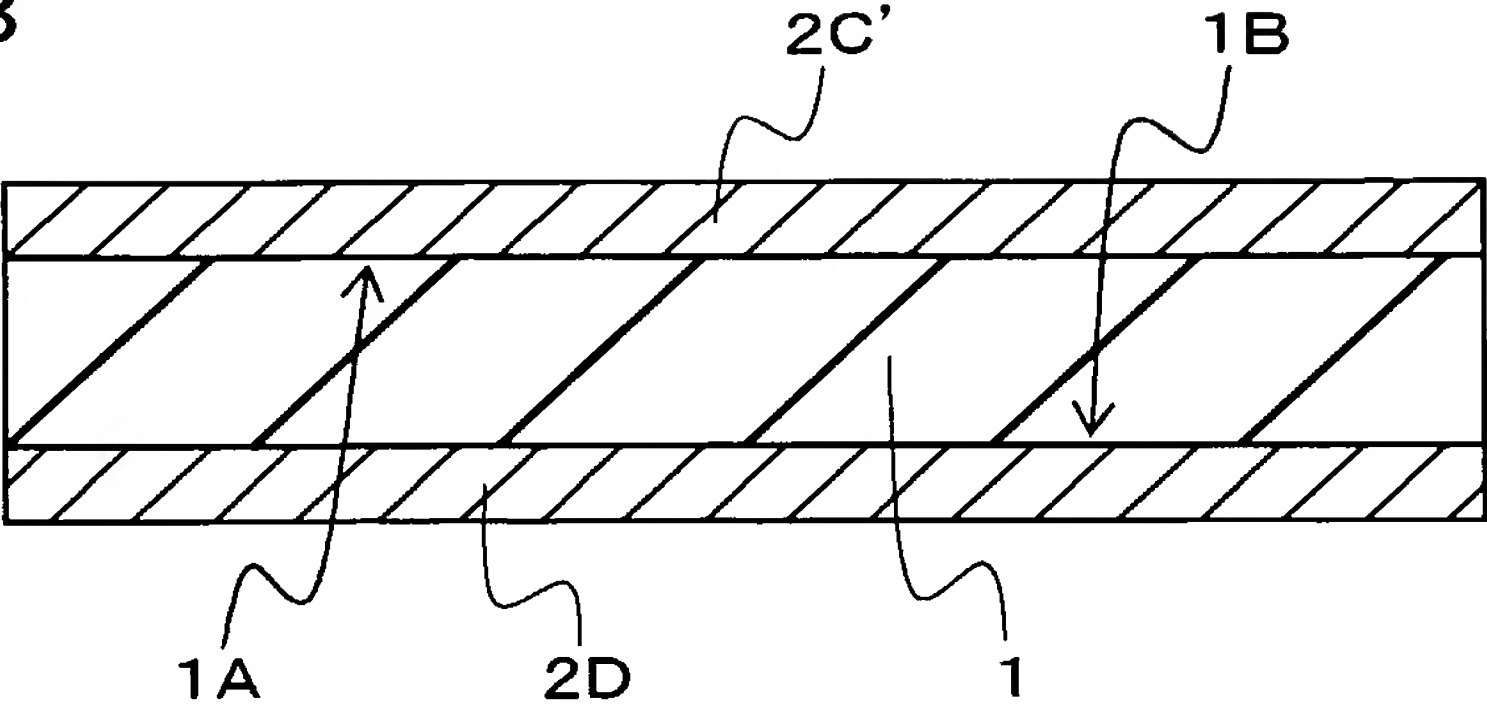
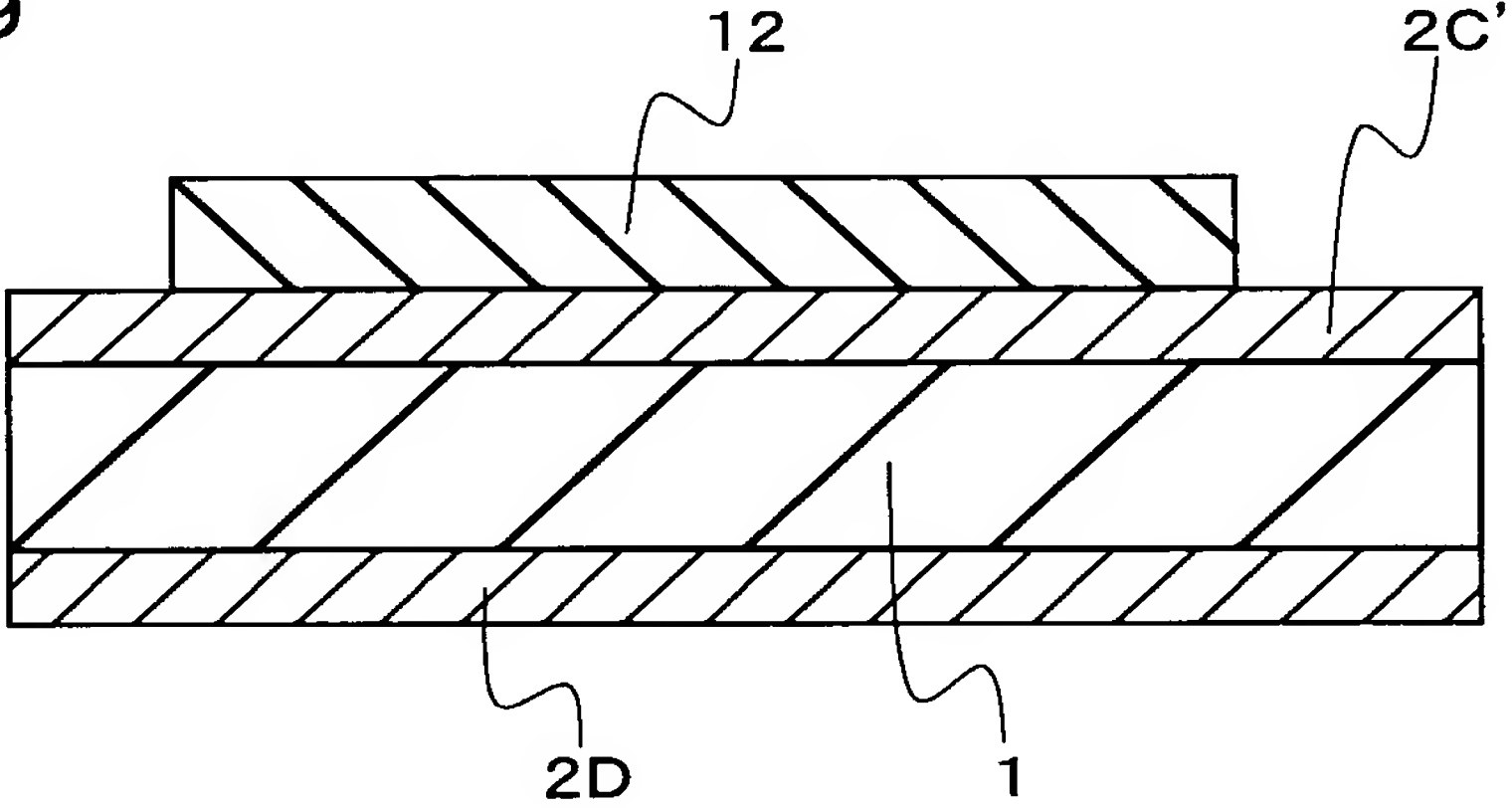


Fig. 19



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004356

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl<sup>7</sup> C23C14/34

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> C23C14/00-16/56, H01L21/203-21/205, H01L21/31

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category*   | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|-------------|--|-----------------------|
| X<br>Y<br>A | JP 2000-45072 A (Komatsu Ltd.),<br>15 February, 2000 (15.02.00),<br>Claims; Par. Nos. [0031], [0032]; Fig. 8<br>(Family: none)                           | 1<br>3-5<br>2, 6-12   |
| Y<br>A      | JP 8-78338 A (Fujitsu Ltd.),<br>22 March, 1996 (22.03.96),<br>Claims; Par. Nos. [0026] to [0032]; Fig. 2<br>(Family: none)                               | 3, 4<br>2, 6-12       |
| Y           | JP 7-75689 B2 (Fujitsu Ltd.),<br>16 August, 1995 (16.08.95),<br>Column 4, lines 7 to 27<br>& EP 286306 A & CN 8801737 A<br>& DE 3884653 G & US 5368897 A | 5                     |

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
08 June, 2004 (08.06.04)

Date of mailing of the international search report  
22 June, 2004 (22.06.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004356

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages   | Relevant to claim No. |
|-----------|--|-----------------------|
| A         | C.B.EOM et al., "in-situ grown $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-d}$ thin films from single-target magnetron sputtering, APPL.PHYS.LETT., 07 August, 1989 (07.08.89), Vol.55, No.6, pages 595 to 597 | 1-12                  |
| A         | JP 60-26661 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.),<br>09 February, 1985 (09.02.85),<br>Full text<br>(Family: none)  | 1-12                  |
| A         | US 6280580 B1 (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE),<br>28 August, 2001 (28.08.01),<br>Full text<br>& KR 2000033367 A  | 1-12                  |

|  |   |                    |
|--|---|--------------------|
| A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  |   |                    |
| Int. Cl <sup>7</sup> C23C14/34   |   |                    |
| B. 調査を行った分野  |   |                    |
| 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))   |   |                    |
| Int. Cl <sup>7</sup> C23C14/00-16/56, H01L21/203-21/205, H01L21/31   |   |                    |
| 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの   |   |                    |
| 日本国実用新案公報 1922-1996年<br>日本国公開実用新案公報 1971-2004年<br>日本国実用新案登録公報 1996-2004年<br>日本国登録実用新案公報 1994-2004年   |   |                    |
| 国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)  |   |                    |
| C. 関連すると認められる文献  |   |                    |
| 引用文献の<br>カテゴリー*  | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示   | 関連する<br>請求の範囲の番号   |
| X<br>Y<br>A  | JP 2000-45072 A (株式会社小松製作所) 2000.02.15<br>特許請求の範囲, [0031], [0032], 図8, (ファミリーなし)                                    | 1<br>3-5<br>2,6-12 |
| Y<br>A   | JP 8-78338 A (富士通株式会社) 1996.03.22<br>特許請求の範囲, [0026]-[0032], 図2, (ファミリーなし)  | 3,4<br>2,6-12      |
| Y  | JP 7-75689 B2 (富士通株式会社) 1995.08.16<br>第4欄第7行-第27行, & EP 286306 A, & CN 8801737 A,<br>& DE 3884653 G, & US 5368897 A | 5                  |
| <input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列举されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。  |   |                    |
| * 引用文献のカテゴリー<br>「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの<br>「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの<br>「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)<br>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献<br>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献<br>「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの<br>「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの<br>「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの<br>「&」 同一パテントファミリー文献 |   |                    |
| 国際調査を完了した日   | 国際調査報告の発送日  |                    |
| 08.06.2004   | 22.6.2004   |                    |
| 国際調査機関の名称及びあて先   | 特許庁審査官 (権限のある職員)  | 4G 9278            |
| 日本国特許庁 (ISA/JP)  | 宮澤 尚之   |                    |
| 郵便番号100-8915   | 電話番号 03-3581-1101   | 内線 3416            |
| 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号  |   |                    |

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |  |                  |
|-----------------------|--|------------------|
| 引用文献の<br>カテゴリー*       | 引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示  | 関連する<br>請求の範囲の番号 |
| A                     | C.B.EOM et al, In-situ grown YBa <sub>2</sub> Cu <sub>3</sub> O <sub>7-d</sub> thin films from single-target magnetron sputtering, APPL.PHYS.LETT., 1989.08.7, vol.55. no.6, p.595-597 | 1-12             |
| A                     | JP 60-26661 A (松下電器産業株式会社) 1985.02.09<br>全文, (ファミリーなし)   | 1-12             |
| A                     | US 6280580 B1 (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 2001.08.28<br>全文, & KR 2000033367 A  | 1-12             |